

**Universidade de Lisboa**



**As potencialidades de atividades investigativas na aprendizagem da unidade “Imunidade e Controlo de doenças” – um estudo com alunos do 12.º ano**

MARTA FILIPA GOMES DOS REIS ZEGRE

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora Doutora  
Cláudia Faria

2019



## Agradecimentos

Gostaria de terminar mais uma etapa do meu percurso acadêmico com um especial agradecimento a todos os que me ajudaram no caminho:

Ao professor Eduardo por me ter recebido na escola enquanto sua colega e, durante nove meses, ter sido tão generoso e me ter ensinado a falar na segunda pessoa do singular, em relação à “nossa” turma. Muito obrigada por todo o apoio dispensado, dentro e fora da sala de aula, por todas as conversas, e por me ter feito compreender que é possível fazer diferente, mas bem, para chegar aos mesmos resultados.

À Professora Doutora Cláudia Faria pela orientação sempre tão assertiva durante esta investigação, pelo *feedback* rápido, por todos os *e-mails* que não deixou sem resposta, e pelo acompanhamento na iniciação à prática profissional desde o início do Mestrado.

A todos os professores do Instituto de Educação, em especial à Professora Ana Vicêncio por me ter feito mudar a minha visão do que era ser professor e do que pode ser sê-lo. À Professora Doutora Cecília por toda a disponibilidade demonstrada em todos os momentos do último ano, sempre com um sorriso e simpatia.

Aos alunos de 12.º ano que me aceitaram enquanto sua professora nos últimos meses. Não havia melhor turma para iniciar este percurso e espero que tenham aprendido tanto comigo como eu aprendi com eles.

Às professoras do departamento de Biologia, em especial à Catarina e Alda por todo o apoio e disponibilidade para me ajudar e, principalmente, por me incluírem enquanto uma colega, que um dia gostaria de ser.

Aos meus colegas de Mestrado pela generosidade, pelas amizades criadas, pelas aprendizagens que fizemos em conjunto, pelas gargalhadas e por mostrarem que trocas de presentes de Natal podem ser feitas em julho.

Ao principal suporte que me permitiu chegar até aqui, à minha família, que tanto ouviu “já vou, estou só a acabar de escrever uma coisa” antes de jantar nos últimos três anos e nunca me meteu as malas à porta.

Aos meus amigos, aos de sempre, que me incentivaram a começar e continuar esta aventura, sem cobrar todos os cafés e jantares que não aconteceram durante os últimos meses.

## Resumo

A literacia científica é considerada essencial para um cidadão de século XXI. No entanto, tem-se verificado um desinteresse crescente da parte dos jovens pelas ciências e tecnologias, pelo que é necessário que se façam alterações curriculares e se utilizem estratégias didáticas que devolvam aos alunos o interesse pelas ciências e que os envolvam em aprendizagens significativas e que promovam o desenvolvimento de competências transversais.

Neste seguimento, foi desenvolvido um estudo no âmbito da Iniciação à Prática Profissional integrada no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, que procurou compreender as potencialidades das atividades investigativas na aprendizagem das ciências, no estudo da imunidade e controlo de doenças. Os participantes do estudo correspondem a uma turma de 12.º ano de Biologia, constituída por 19 alunos, e a intervenção realizou-se numa escola secundária do concelho de Lisboa.

Para a investigação utilizou-se uma abordagem qualitativa, seguindo um paradigma interpretativo, com o objetivo de analisar as potencialidades de atividades investigativas nas aprendizagens dos alunos, o tipo de competências desenvolvidas, as dificuldades sentidas e a opinião dos alunos relativamente às estratégias aplicadas. As estratégias didáticas tiveram por base o Modelo dos 5 E's (Bybee *et al.*, 2006) e foram realizadas atividades laboratoriais do tipo experimental, atividades de pesquisa e de debate em *role play*. A recolha de dados foi realizada através da observação das aulas, questionários aos alunos e análise documental.

Os resultados obtidos mostram que as atividades investigativas têm grandes potencialidades, na medida em que os alunos desenvolvem competências relacionadas com a autonomia, seleção de informação, comunicação e espírito crítico e criativo. Para além disso, promovem o interesse e a motivação dos alunos, levando à realização de novas aprendizagens. No entanto, os alunos sentem dificuldades relativas à gestão de tempo, já que este tipo de atividades exige uma maior organização e gestão do tempo disponível para a realização de todas as tarefas propostas, o que pode constituir um entrave num contexto diferente.

Palavras-chave: atividades investigativas, interesse nas ciências, desenvolvimento de competências, imunidade e controlo de doenças.



## Abstract

Scientific literacy is considered essential for a 21st century citizen. However, there has been a growing lack of interest in science and technology by of young people, so it is necessary to make curricular changes and use teaching strategies to increase students' interest in science and to engage them in meaningful learning and developing transversal skills.

In this regard, a study was developed as part of the Introduction to Professional Practice integrated in the Masters in Biology and Geology Teaching, and it attempted to explore the potential of inquiry activities in science learning, particularly in the study of immunity and disease control. The study subjects are a class of 19 students from the 12<sup>th</sup> grade Biology, and the intervention took place in a secondary school in the Lisbon area.

For the research, a qualitative approach was used, following a descriptive interpretive paradigm, with the aim to analyze the potentialities of investigative activities in students' learning, as well as the type of skills to be acquired, what were the difficulties throughout the activities and student feedback regarding the strategies applied. The didactic strategies were based on the 5 E's Model (Bybee *et al.*, 2006) and laboratory-type experimental activities, inquiry activities and role play debates were implemented. In the collection and analysis of data, techniques such as observation, applications of questionnaires and documentary analysis were used.

The results show that the investigative activities have great potential, since the students develop skills related to autonomy, selection of information, communication and critical thinking and creative thinking. Furthermore, it promotes the interest and motivation of students, leading to get new learning. However, students feel difficulties in time management, since this type of activity requires a greater organization and management of the time available to carry out all the tasks proposed, which may be a limitation in a different context.

**Keywords:** Inquiry activities, interest in science, skills development, immunity and disease control.



# Índice geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract .....	iii
Índice de quadros .....	ix
Índice de figuras .....	xi
I. Introdução .....	1
II. Enquadramento teórico .....	3
1. Educação em ciência .....	3
2. Atividades investigativas no ensino das ciências .....	7
2.1. Atividades laboratoriais .....	11
2.2. Atividades de pesquisa .....	13
2.3. <i>Role play</i> .....	14
III. Unidade de Ensino .....	17
1. Enquadramento científico .....	17
1.1. Imunidade e sistema imunitário .....	17
1.2. Doenças e desequilíbrios.....	32
1.3. Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doenças .....	35
2. Enquadramento da Unidade didática .....	39
3. Intervenção didática .....	42
3.1. Atividades .....	45
3.2. Descrição das aulas .....	51
IV. Métodos e Procedimentos de recolha de dados.....	71
1. Instrumentos de recolha de dados .....	71
2. Caracterização dos participantes e contexto escolar .....	73
2.1. A turma.....	73
2.2. A escola.....	74
3. Questões éticas .....	75

V. Apresentação e análise de dados.....	77
1. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos no decorrer das atividades investigativas? .....	77
1.1. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos na atividade experimental?.....	77
1.2. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos nas atividades de pesquisa?.....	79
1.3. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos na atividade de debate em <i>role play</i> ? .....	82
2. Como podem as atividades investigativas contribuir para a aprendizagem dos alunos?.....	84
2.1. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na atividade experimental?.....	84
2.2. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos nas atividades de pesquisa?.....	87
2.3. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na atividade de debate em <i>role play</i> ? .....	90
3. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos, quando envolvidos em atividades investigativas? .....	93
3.1. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer da atividade experimental?.....	93
3.2. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer das atividades de pesquisa?.....	95
3.3. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer da atividade de debate em <i>role play</i> ? .....	97
4. Qual a opinião dos alunos relativamente a atividades investigativas?.....	100
4.1. Qual a opinião acerca da atividade experimental?.....	100
4.2. Qual a opinião acerca das atividades de pesquisa? .....	102
4.3. Qual a opinião acerca da atividade de debate em <i>role play</i> ? .....	106
4.4. Qual a opinião acerca da intervenção?.....	109

VI.	Considerações finais.....	117
1.	Conclusão.....	117
2.	Reflexão final.....	120
VII.	Referências bibliográficas.....	125
	Apêndices.....	131
	Apêndices A – Planificação das aulas .....	132
	Apêndice A1 – Aula 1 .....	132
	Apêndice A2 – Aula 2 .....	133
	Apêndice A3 – Aula 3 .....	134
	Apêndice A4 – Aula 4 .....	135
	Apêndice A5 – Aula 5 .....	136
	Apêndice A6 – Aula 6 .....	137
	Apêndice A7 – Aula 7 .....	138
	Apêndice A8 – Aula 8 .....	139
	Apêndice A9 – Aula 9 .....	139
	Apêndice B – Guião do aluno .....	140
	Apêndice B1 – Questões organizadoras e conceitos da Unidade 3. ....	140
	Apêndice B2 – Guião da atividade laboratorial e da atividade de pesquisa acerca de doenças infecciosas.....	141
	Apêndice B3 – Guião da atividade de pesquisa “Como podem a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?” .....	143
	Apêndice B4 – Guião da atividade de debate em <i>role play</i> .....	144
	Apêndice B5 – Calendarização das atividades. ....	146
	Apêndices C – Grelhas de avaliação .....	147
	Apêndice C1 – Grelha de avaliação da atividade experimental. ....	147
	Apêndice C2 – Grelha de avaliação das atividades de pesquisa.....	148
	Apêndice C3 – Grelha de avaliação da atividade de debate. ....	149

Apêndice C4 – Grelha de avaliação do trabalho final. ....	150
Apêndices D – Questionários .....	151
Apêndice D1 – Questionário aplicado aos alunos após a atividade experimental. .....	151
Apêndice D2 – Questionário aplicado aos alunos acerca das atividades de pesquisa.....	153
Apêndice D3 – Questionário aplicado aos alunos após a atividade de debate em <i>role play</i> . ....	155
Apêndice D4 – Questionário final aplicado aos alunos, após a apresentação dos trabalhos finais. ....	157
Anexos .....	161
Anexo 1 – Planificação anual. ....	162
Anexo 2 – Questões formuladas pelos grupos acerca do sistema imunitário.....	164
Anexo 3 – Escolha das personagens para a atividade de debate em <i>role play</i> . ....	165
Anexo 4 – Temas do trabalho de pesquisa acerca de distúrbios do sistema imunitário. .....	166
Anexos 5 – Avaliações .....	167
Anexo 5.1 – Classificações da atividade experimental.....	167
Anexo 5.2 – Classificações do debate em <i>role play</i> . ....	171
Anexo 5.3 – Classificações do trabalho final. ....	172
Anexo 5.4 – Classificações finais. ....	173
Anexos 6 – Trabalhos realizados pelos alunos.....	174
Anexo 6.1 – Exemplo de relatório da atividade experimental.....	174
Anexo 6.2 – Exemplos de folhetos informativos da atividade “Mãos limpas, corpo saudável?” .....	178
Anexo 6.3 – Exemplos de argumentações individuais para o debate. ....	183
Anexo 6.4 – Exemplos de trabalhos finais. ....	187
Anexo 7 – Notícias utilizadas no debate em <i>role play</i> . ....	199

## Índice de quadros

<b>Quadro 1. Classes de imunoglobulinas.</b> As cinco classes de imunoglobulinas são IgG, IgM, IgA, IgE, IgD. Existem em diferentes proporções no plasma e têm diferentes funções (adaptado de Seeley <i>et al.</i> , 2005).....	24
<b>Quadro 2.</b> Calendarização das aulas previstas para a unidade didática (a cinzento).42	
<b>Quadro 3.</b> Esquema organizador da sequência didática prevista para a intervenção. ....	43
<b>Quadro 4.</b> Personagens a atribuir a cada um dos alunos para o debate em <i>role play</i> . ....	50
<b>Quadro 5.</b> Aprendizagens realizadas durante a atividade experimental. ....	85
<b>Quadro 6.</b> O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem melhor....	86
<b>Quadro 7.</b> Aprendizagens realizadas durante as atividades de pesquisa. ....	88
<b>Quadro 8.</b> O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem mais durante a atividade. ....	89
<b>Quadro 9.</b> Aprendizagens realizadas durante a atividade de debate em <i>role play</i> ....	90
<b>Quadro 10.</b> O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem melhor...	91
<b>Quadro 11.</b> Maiores dificuldades sentidas pelos alunos durante a atividade experimental. ....	94
<b>Quadro 12.</b> Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades sentidas durante a atividade. ....	94
<b>Quadro 13.</b> Maiores dificuldades sentidas pelos alunos durante as atividades de pesquisa. ....	95
<b>Quadro 14.</b> Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades durante a atividade. ....	96
<b>Quadro 15.</b> Maiores dificuldades sentidas durante a atividade de debate em <i>role play</i> . ....	98
<b>Quadro 16.</b> Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades durante a atividade. ....	99
<b>Quadro 17.</b> Aspetos positivos da atividade experimental. ....	100
<b>Quadro 18.</b> Aspetos negativos da atividade experimental. ....	101
<b>Quadro 19.</b> O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante a atividade experimental. ....	102
<b>Quadro 20.</b> Aspetos positivos das atividades de pesquisa. ....	103

<b>Quadro 21.</b> Aspectos negativos das atividades de pesquisa. ....	104
<b>Quadro 22.</b> O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante as atividades de pesquisa. ....	105
<b>Quadro 23.</b> Aspectos positivos da atividade de debate em <i>role play</i> . ....	106
<b>Quadro 24.</b> Aspectos negativos da atividade de debate em <i>role play</i> . ....	108
<b>Quadro 25.</b> O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante a atividade de debate em <i>role play</i> . ....	108
<b>Quadro 26.</b> Aspectos positivos das atividades investigativas realizadas.....	110
<b>Quadro 27.</b> Aspectos negativos das atividades investigativas realizadas.....	111



## Índice de figuras

<b>Figura 1. Mecanismos de imunidade.</b> Representação dos principais mecanismos de imunidade inata e adaptativa ou adquirida (adaptado de Abbas <i>et al.</i> , 2012).....	18
<b>Figura 2. Hematopoiese.</b> Representação do processo de formação, desenvolvimento e maturação dos elementos figurados do sangue (adaptado de Abbas <i>et al.</i> , 2012)..	20
<b>Figura 3. Maturação dos linfócitos B e T.</b> Desenvolvimento dos linfócitos na medula óssea, migração para órgãos linfoides periféricos, resposta a antígenos e circulação no sangue e linfa (adaptado de Abbas <i>et al.</i> , 2012). ....	21
<b>Figura 4. Estrutura da molécula de imunoglobulina.</b> A imunoglobulina é composta por dois tipos de cadeias proteicas: cadeias leves (a amarelo) e cadeias pesadas (a verde) (adaptado de Murphy <i>et al.</i> , 2010).....	23
<b>Figura 5. Resposta inflamatória.</b> A infecção por agentes patogênicos ativa a libertação de mediadores inflamatórios. A inflamação é caracterizada por vermelhidão, calor, edema, e dor (adaptado de Murphy <i>et al.</i> , 2010). ....	26
<b>Figura 6. Tipos de imunidade adquirida.</b> A imunidade adquirida pode ser humoral, produzindo anticorpos, ou mediada por células T auxiliares, que aumentam a fagocitose dos microrganismos, e células T citotóxicas, que eliminam células infectadas (adaptado de Abbas <i>et al.</i> , 2012).....	28
<b>Figura 7. Produção de anticorpos monoclonais.</b> Os anticorpos monoclonais são produzidos a partir da imunização de animais com um antígeno específico. As células B e células de mieloma são fundidas e depois selecionadas. A célula híbrida resultante produz os anticorpos de forma ilimitada (adaptado de Saeed, Wang, Ling & Wang, 2017). ....	36
<b>Figura 8.</b> Competências desenvolvidas durante a atividade experimental.....	78
<b>Figura 9.</b> Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios na atividade experimental, em que 3 - bom, 4 - excelente. ....	79
<b>Figura 10.</b> Competências desenvolvidas durante as atividades de pesquisa.....	80
<b>Figura 11.</b> Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios do trabalho final, em que 1 – insuficiente, 2 – suficiente, 3 – bom, 4 – excelente. ....	82
<b>Figura 12.</b> Competências desenvolvidas durante a atividade de debate em <i>role play</i> . ....	82
<b>Figura 13.</b> Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios na atividade de debate em <i>role play</i> , em que 2 – suficiente, 3 – bom, e 4 – excelente. ....	83

<b>Figura 14.</b> Classificações obtidas na atividade experimental. ....	87
<b>Figura 15.</b> Classificações obtidas pelos alunos no trabalho final. ....	89
<b>Figura 16.</b> Classificações obtidas na atividade de debate em <i>role play</i> . ....	92
<b>Figura 17.</b> Atividades preferidas dos alunos por ordem decrescente de preferência. .....	111
<b>Figura 18.</b> Opinião sobre a intervenção. ....	112
<b>Figura 19.</b> Competências desenvolvidas durante as atividades realizadas. ....	112
<b>Figura 20.</b> Atividades e estratégias que os alunos consideram facilitar a aprendizagem. .....	113
<b>Figura 21.</b> Atividades que os alunos consideram mais interessantes. ....	113
<b>Figura 22.</b> Atividades que os alunos gostariam de realizar mais em aula. ....	114
<b>Figura 23.</b> Vantagens e desvantagens de trabalhar em grupo. ....	114
<b>Figura 24.</b> Classificação de empenho e interesse individual. ....	115
<b>Figura 25.</b> Classificação de empenho e interesse do grupo. ....	115

## I. Introdução

Na última década, através das tecnologias, o acesso ao conhecimento tornou-se fácil, rápido e globalizado, o que levou a que se fossem alterando as necessidades de cada um (Schleicher, 2012), nomeadamente ao nível das aprendizagens nas escolas. A própria escola não deve ter como principal objetivo apenas o ensino de conteúdos do currículo, mas também o desenvolvimento de competências que se têm como essenciais para um cidadão de século XXI, como consta no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Ministério da Educação, 2017), sem deixar de ter em conta os objetivos enunciados na Lei de Base do Sistema Educativo (Lei n.º46/86, de 14 de outubro).

A literacia científica é essencial para o exercício pleno da cidadania (Osborne & Dillon, 2008), no entanto, tem-se verificado um desinteresse crescente da parte dos jovens pelas ciências e tecnologias (Schreiner & Sjøberg, 2004). É, então, necessário que se promova o interesse dos alunos e se façam mudanças curriculares no sentido de aproximar a ciência da realidade deles, isto é, as ciências devem ser contextualizadas para que tenham um significado real, de acordo com as atitudes, valores e interesses dos alunos (Sjøberg & Schreiner, 2010). Assim, é necessário utilizar estratégias didáticas que envolvam os alunos em aprendizagens significativas.

Neste seguimento, as atividades investigativas (*inquiry*) podem ser encaradas como promotoras do desenvolvimento de competências de literacia científica. (Freire, 2009). Com este tipo de estratégia, os alunos primeiramente aprendem como observar o mundo natural e, em seguida, tiram conclusões a partir das observações, permitindo-lhes desenvolver uma conceção clara sobre os fenómenos naturais, que não seria possível apenas através de bibliografia (Baptista, 2010).

Atendendo a este enquadramento e dando destaque à aquisição de competências enunciadas no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (Ministério da Educação, 2017) e de aprendizagens significativas, que podem ser adaptadas a qualquer contexto real, procedeu-se à investigação que tem como objetivo principal tentar compreender a importância das atividades investigativas na aprendizagem das ciências, e, nomeadamente, responder à seguinte questão-

problema: Quais as potencialidades das atividades investigativas nas aprendizagens dos alunos de Biologia de 12.º ano, no estudo da imunidade e controlo de doenças?

A investigação insere-se numa metodologia qualitativa, seguindo um paradigma interpretativo, de carácter descritivo, com o objetivo de analisar o trabalho dos alunos e compreender as potencialidades de tarefas de natureza investigativa nas suas aprendizagens, assim como o tipo de competências que os alunos desenvolvem no decorrer das mesmas. Tentou-se, então, responder ao problema descrito, tendo por base questões orientadoras, tais como:

- Quais as competências desenvolvidas pelos alunos no decorrer das atividades investigativas no estudo da imunidade e controlo de doenças?
- Como podem as atividades investigativas contribuir para a aprendizagem dos alunos no estudo da imunidade e controlo de doenças?
- Quais as dificuldades sentidas pelos alunos, quando envolvidos nas atividades investigativas implementadas?
- Qual a opinião dos alunos relativamente às atividades investigativas implementadas?

Na intervenção realizada a sequência didática utilizada foi enquadrada no currículo de Biologia de 12.º ano, tendo em conta o documento das Aprendizagens Essenciais (2018), onde decorreu em simultâneo a investigação referida. Nela, participaram 19 alunos de uma turma de 12.º ano, de Biologia.

Enquanto estratégias didáticas foram implementadas tarefas de cariz investigativo, tendo por base o Modelo dos 5 E's (Bybee *et al.*, 2006), tais como atividades laboratoriais do tipo experimental, atividades de pesquisa e de debate em *role play*.

## **II. Enquadramento teórico**

No presente capítulo do relatório é feito o enquadramento teórico da problemática em estudo, onde é apresentada uma revisão da literatura acerca da educação em ciência, abordando temas como literacia científica e o desinteresse dos alunos pelas ciências, natureza da ciência e o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). São também referidas as várias metodologias que podem potencializar as aprendizagens dos alunos e promover o interesse pela aprendizagem das ciências, tais como as atividades investigativas, a partir do Modelo dos 5 E's (Bybee *et al.*, 2006) integrando atividades laboratoriais do tipo experimental, atividades de pesquisa e debate em *role play*.

### **1. Educação em ciência**

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem conduzido a diversas transformações na sociedade atual, que se refletem em mudanças ao nível económico, político e social. É comum a ciência e a tecnologia serem consideradas motores do progresso, que proporcionam o desenvolvimento do saber humano. Como tal, é necessário que a população esteja informada sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e que tenha as condições para avaliar e participar nas decisões que influenciem o meio onde vive (Bazzo, 1998).

Desde o século XIX que se têm feito esforços no sentido de alargar a educação científica a toda a população (Reis, 2006). Atualmente, em muitos países, a ciência para todos é expressa nos currículos de ciências e deve proporcionar uma preparação pré-profissional para os alunos que queiram seguir uma carreira científica; deve promover o desenvolvimento de capacidades e conhecimentos que qualquer cidadão necessita no dia a dia; e potenciar a formação de indivíduos bem informados e cultos acerca do efeito da ciência na sociedade. Espera-se assim assegurar uma sociedade mais democrática, já que o pensamento científico beneficia uma participação mais ativa por parte dos cidadãos, de forma crítica e reflexiva (Cachapuz, Jorge, & Praia, 2002; Reis, 2006).

Em Portugal, a Lei de Bases do Sistema Educativo dá relevância a algumas destas finalidades, tendo-as também como finalidades do sistema educativo em geral. É realçada a importância da educação na “formação de cidadãos livres, responsáveis e autónomos e solidários”, “capazes de julgarem com espírito crítico

e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (artigo 2.º, pontos 4 e 5). Também nas Orientações Curriculares para o 3.º Ciclo do Ensino Básico, de Ciências Naturais (Galvão, 2001), e no Programa de Biologia e Geologia, de 10.º e 11.º anos (Ministério da Educação, 2001) se realça a importância da literacia científica para a compreensão do que nos rodeia, não apenas em termos conceptuais e teóricos mas também em termos de desenvolvimento de competências essenciais em diferentes domínios que são fundamentais para o exercício pleno da cidadania. No documento das Aprendizagens Essenciais de Biologia de 12.º ano (Ministério da Educação, 2018), enquanto disciplina de final de secundário, pretende-se que “os jovens fiquem preparados para enfrentar com confiança as questões científico-tecnológicas que a sociedade lhes coloca” (p. 1), contribuindo para a formação científica dos alunos.

Durante os últimos anos, a promoção da literacia científica tornou-se numa das principais finalidades da educação em ciência (Kolstoe, 2000). O termo remete-nos para um conjunto de competências, capacidades, atitudes e valores acerca da ciência e da sua relevância na sociedade e na vida do indivíduo, enquanto cidadão, que não se esgotam na escola, mas que devem ser desenvolvidas ao longo da vida (Chagas, 2000). Segundo o projeto da *American Association for the Advancement of Science* (1989), designado “Ciência para Todos”, os objetivos da literacia científica são:

- compreender as potencialidades e limitações da ciência, matemática e tecnologia, enquanto ciências interdependentes;
- compreender princípios científicos e conceitos chave;
- reconhecer a diversidade do mundo natural;
- utilizar conhecimentos e processos científicos para abordar questões sociais e individuais.

No entanto, existe desacordo sobre o que se entende por literacia científica (Chagas, 2000; Reis, 2006), assim como pode haver diferentes abordagens. Hodson (1998) propõe uma abordagem personalizada e crítica da ciência, considerando que as propostas curriculares não aproximam a realidade do aluno, nem lhe permitem tomar decisões em termos sociais, económicos, ambientais e éticos.

Assim, o aluno deve:

- aprender ciência, através da aquisição de conhecimento concetual e teórico;

- aprender acerca da ciência, compreendendo a sua natureza, história e métodos, tendo em conta as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS);
- fazer ciência, através de investigação e resolução de problemas.

Apesar da importância da educação em ciência, estudos em diferentes países têm revelado uma fraca literacia científica entre os jovens (Chagas, 2000), assim como desinteresse e atitudes negativas em relação à ciência (Sjoberg & Schreiner, 2010). De acordo com os mesmos estudos, isto pode dever-se às práticas de ensino que não estão de acordo com as exigências das novas gerações, não despertam curiosidade, não são interessantes ou não revelam a importância da ciência e da tecnologia para o quotidiano dos alunos. De facto, alguns autores referem que o ensino das ciências não consegue demonstrar a relação e interação das ciências e das tecnologias com a sociedade, existindo um desfasamento entre os avanços científicos e os currículos atuais (Cunha, 2006). Estudos demonstram que estas práticas ainda são dominadas pelo método tradicional, onde o conhecimento é visto como algo a ser transmitido pelo professor, sem haver uma contextualização com a realidade (Osborne & Dillon, 2008). Ao mesmo tempo, demonstram ainda que existe pouca variedade nas metodologias utilizadas. A componente prática é insuficiente e as práticas baseiam-se na memorização (Osborne, Simon & Russel, 2009). Assim, os alunos limitam-se a decorar matéria, não havendo construção dos conhecimentos de forma efetiva, por isso, os resultados não são satisfatórios e o interesse dos jovens decai (Osborne & Dillon, 2008).

Para contrariar esta realidade em muitos países europeus, Osborne e Dillon (2008) deixam algumas recomendações, tais como: a) ter como objetivo principal mostrar aos alunos a forma como a ciência funciona e como pode contribuir para o meio que os envolve, sem ser destinada apenas a futuros cientistas ou engenheiros, mas a todos, b) optar por currículos inovadores, organizados de forma a motivar os alunos, c) investir na promoção e informação acerca das carreiras científicas, dando ênfase à importância cultural e social das mesmas, d) ter professores de ciências qualificados no ensino primário e básico, para que os alunos sejam envolvidos em tarefas *hands-on* e terem oportunidade de experimentar trabalho investigativo desde cedo, e) desenvolver e transformar práticas de ensino de ciências que promovam o interesse dos alunos, investindo numa formação contínua dos professores, f) haver maior investimento da parte dos governos europeus em investigação em educação em ciências, para que se possa avaliar competências e conhecimentos associados à

literacia científica, g) recrutar e manter professores qualificados, em formação contínua.

Dada esta necessidade de existir uma representação do que é ciência e tecnologia, numa dimensão social e histórica, há um movimento que tem ganho destaque na sociedade, principalmente na área da educação: o movimento CTS. O movimento CTS tenta que os alunos se apercebam da interligação entre as dimensões de sociedade, ciência e tecnologia, em contextos do quotidiano, próximos ou não do aluno, e como podem ter implicações no seu dia a dia, promovendo a literacia científica e tecnológica (Martins, 2002). Nos últimos anos, tem-se assistido a uma crescente preocupação com o meio ambiente, pelo que surgiu a necessidade de evidenciar a importante relação que a ciência, tecnologia e sociedade têm sobre o ambiente. Assim, surgiu a abordagem CTSA, que inclui a vertente ambiental (Chrispino, 2008).

Introduzindo o *slogan* CTSA no contexto de educação em ciência, tem-se por objetivos, por exemplo, questionar as formas de estudar e de agir sobre a natureza, que devem ser constantemente pensadas, questionar a diferença convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático, combater a fragmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação e, por fim, promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo a que este não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das sociedades de uma maneira crítica (Medina & Sanmartín, 1990).

Outro dos princípios fundamentais para que os alunos compreendam o mundo e a realidade em que vivem e relacionem sociedade, ciência e tecnologia, é que aprendam não apenas ciência mas *sobre* a ciência (Moura, 2014). No currículo português de Biologia de 12.º ano, é enfatizada a importância de “explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico”. A natureza da ciência pode ser entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Pode abranger desde questões internas, como métodos científicos e a relação entre experiência e teoria, até questões externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (Ziman, 1984). No fundo, é importante que os alunos compreendam que a ciência não está “enclausurada em uma bolha, invulnerável aos acontecimentos ao redor” (Moura, 2014, p. 36), e que há influências culturais,



políticas, históricas, económicas, que são trazidas ao contexto em que o conhecimento científico é produzido (Moura, 2014).

Em suma, para diminuir o distanciamento entre os jovens e as ciências, e consequentemente atingir os objetivos de literacia científica, é necessário ajustar as práticas de ensino e de aprendizagem e repensar o modo como a ciência deve ser aprendida (Chagas, 2000). Para que isso ocorra, deve haver uma reestruturação curricular, mas principalmente deve haver uma maior diversidade de estratégias didáticas que não se centrem no professor, mas sim no aluno (Rocard *et al.* 2007). Todas estas recomendações, que resultam de vários estudos realizados nos anos 80 e 90, um pouco por todo o mundo, servem ainda hoje de referência para as novas orientações para o ensino das ciências (American Association for the Advancement of Science/Project 2061, 2017; Linhares & Reis, 2018; MacLeod, 2017; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016; Roseman *et al.*, 2019; Silva & Marcondes, 2015; Torres & Vasconcelos, 2015).

## **2. Atividades investigativas no ensino das ciências**

Segundo Bybee (2000), o termo *inquiry* pode ser visto de três perspetivas diferentes: um conjunto de competências a serem desenvolvidas pelos alunos, um resultado cognitivo que os alunos têm que alcançar e uma abordagem que possibilita a construção do próprio conhecimento.

A metodologia *Inquiry Based Learning* (IBL) é uma abordagem de ensino-aprendizagem que tem por base o questionamento, as observações e conclusões do aluno para que este possa construir o seu próprio conhecimento (Ontario Ministry of Education, 2013). Na educação em ciências, de acordo com diversos autores, estas práticas contribuem para a promoção da literacia científica, do desenvolvimento de competências e das relações CTSA (Freire, 2009). Para além disso, vários estudos têm relevado a sua eficácia no aumento do interesse, envolvimento e satisfação dos jovens nos diferentes ciclos de estudo, assim como se tem verificado que as aprendizagens são mais eficientes do que em abordagens mais tradicionais, que promovem a memorização e não a compreensão (Rocard *et al.*, 2007; Osborne & Dillon, 2008).

As estratégias *inquiry* têm por base o questionamento, o planeamento, a recolha de evidências e o desenvolvimento de capacidades que permitem levar à solução de um determinado problema (Trna, Trnova & Sibor, 2012). Como

sugerido pela *National Science Education Standards* (National Research Council, 1996), os alunos usam processos de investigação científica e conhecimento científico, refletindo os métodos utilizados pelos cientistas, aprendendo ciência, sobre ciência e a fazer ciência. Há uma maior compreensão do desenvolvimento do conhecimento científico e da compreensão da natureza da ciência (Bass, Contant & Carin, 2009).

Em atividades investigativas, os alunos são convidados a abandonar uma postura passiva e passam a ser ativos na construção do próprio conhecimento, passando a estar no centro da experiência de aprendizagem (Ontario Ministry of Education, 2013). Assim, o aluno passa a interagir com o objeto a ser estudado, fazendo relações, procurando compreender e explicar conceitos novos. Em termos de competências, este tipo de atividades deve proporcionar aos alunos do ensino secundário a possibilidade de identificar questões e conceitos principais em investigações científicas; planejar e conduzir uma investigação científica; utilizar a tecnologia e o raciocínio para melhorar a investigação e comunicação; formular e rever explicações científicas, através do pensamento crítico; analisar explicações alternativas e modelos; comunicar e argumentar com base em conhecimento científico (National Science Education Standards, 1996).

Na perspectiva do professor, é importante que estes alterem a sua dinâmica em sala de aula, apesar de ser uma abordagem pedagógica relativamente fácil de aplicar, já que não implica necessariamente alterações no currículo (Saltiel, 2006). Enquanto que os alunos são encorajados a resolver problemas de forma autónoma, o professor assume um papel de facilitador da construção do conhecimento e de orientador, o que exige que tome várias decisões e corra riscos face aos métodos tradicionais (Baptista, 2010; Ontario Ministry of Education, 2013).

Uma boa atividade *inquiry* implica que seja motivadora e desafiante para o aluno, pelo que o professor tem um papel fundamental dependendo da forma como este planifica e orienta a atividade (Oliveira, Segurado & Ponte, 1998). Segundo Bass *et al.* (2009), o professor deve ajudar os alunos a formular hipóteses e questões-problema; deve ajudar a planificar o plano de investigação e na organização e seleção posterior dos dados obtidos; deve esclarecer conceitos quando solicitado e orientar na construção de explicações científicas durante todo o processo, para além de fornecer os materiais ao aluno.

Uma boa atividade *inquiry* também implica que a investigação seja feita em torno de questões que sejam relevantes para os alunos. É essencial que os alunos compreendam o que está por trás da atividade a realizar, que se possam envolver com a atividade de forma a fomentar aprendizagens significativas e uma compreensão mais profunda dos conceitos a estudar (Saltiel, 2006; Minner, Levy & Century, 2009). No entanto, não existe consenso entre autores para que se possa definir o que pode ser e não ser uma atividade *inquiry*. Ainda assim, em todos os casos, as atividades são sempre baseadas em problemas que os alunos devem resolver, numa abordagem muito diferente do tipo tradicional (Sherin, Edelson & Brown, 2006). De acordo com o National Research Council (2000), as atividades investigativas devem ainda envolver os alunos nas mesmas; priorizar as evidências, formular explicações para as evidências; articular as explicações ao conhecimento científico; comunicar e justificar as explicações.

As atividades *inquiry* podem compreender atividades práticas de carácter experimental, mas também utilizarem outras estratégias como a realização de entrevistas, debates, produção de audiovisuais, elaboração de cartazes, artigos, jornais, exposições, experiências, pesquisas, simulações, entre outros (Bonito, 1996).

Selecionar e planificar as atividades investigativas pode ser um grande desafio para o professor, já que exige que o mesmo desenvolva uma atitude investigativa sobre a própria prática ao mesmo tempo que decide como apresentar e orientar a atividade, escolhendo as metodologias a implementar (Varandas e Nunes, 1998). Neste sentido, existem alguns modelos que ajudam o professor na planificação deste tipo de atividades, isto é, um conjunto de fases e etapas relacionados com o ensino e a aprendizagem (Bass *et al.*, 2009).

Um desses modelos foi desenvolvido por Bybee *et al.* (2006), que via nas atividades investigativas uma oportunidade para os alunos explorarem, explicarem, ampliarem o seu conhecimento e avaliarem o progresso da própria aprendizagem. Desde os anos 80 que a *Biological Science Curriculum Study* (BSBC) tem utilizado o denominado Modelo dos 5 E's. Este modelo de aprendizagem consiste em cinco fases: motivação/envolvimento (*engagement*), exploração (*exploration*), explicação (*explanation*), ampliação/elaboração (*elaboration*) e avaliação (*evaluation*) (Bybee *et al.*, 2006). Cada etapa tem uma função específica e contribui

para a coerência de ensino do professor e para um melhor desenvolvimento no aluno do conhecimento científico e tecnológico, atitudes e valores.

Na primeira fase – *engagement* – é apresentada a questão-problema de forma a que promova atenção e interesse do aluno. Esta deve relacionar conhecimentos prévios com o que se quer aprender, permitindo ao professor identificar antecipadamente as concepções erradas dos alunos e ajudá-los a compreender o que irão aprender a partir daí. Nesta fase, a definição da questão de investigação é muito importante (Bybee *et al.*, 2006).

Na fase de exploração pretende-se que os alunos descubram o seu próprio conhecimento acerca do assunto que está a ser trabalhado, tendo a oportunidade de se testarem a si mesmos e confrontando conhecimento, errado ou não, com o dos colegas e do professor. Para isso, os alunos devem realizar atividades que permitam utilizar o seu conhecimento prévio para chegar a novas ideias, explorar possibilidades, e possam planear uma investigação preliminar, com formulação de hipóteses que serão testadas, sempre com orientação do professor (Bybee *et al.*, 2006; Bass *et al.*, 2009).

Na fase de explicação os alunos apresentam as conclusões a que chegaram na fase anterior, através da pesquisa e discussão, e ouvem as conclusões dos próprios colegas para que compreendam e reconheçam as concepções erradas que tinham e possam reconstruir conhecimento. Desenvolvem-se competências transversais, nomeadamente de comunicação, já que há oportunidade de introduzir linguagem formal, de utilizar termos científicos para conseguirem explicar com mais facilidade o que aprenderam. É importante que haja um *feedback* por parte do professor, de forma a garantir que o conhecimento foi entendido corretamente, além de poder guiar os alunos para uma reflexão e compreensão mais aprofundada do tema, o que é fundamental nesta fase (Bybee *et al.*, 2006).

Na fase de elaboração o professor deve desafiar os alunos a aprofundar o seu conhecimento sobre o tema trabalhado e a desenvolverem ainda mais as competências trabalhadas. Isto deve ser realizado aplicando o conhecimento a novas situações, através de novas experiências, para que possam relacionar essas novas experiências com as anteriores. Desta forma, criam aprendizagens transponíveis, que podem ser adaptáveis a outras situações (Bybee *et al.*, 2006; Bass *et al.*, 2009).

Na última fase – avaliação – encoraja os alunos a analisarem os seus conhecimentos e capacidades, além de permitir ao professor avaliá-los. Isto pode ser realizado das mais diversas formas, como uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido; utilização de questionários de respostas abertas ou de escolha múltipla; etc. Em suma, é importante que haja comunicação das investigações realizadas e dos resultados e explicações obtidos. (Bybee *et al.*, 2006; Bass *et al.*, 2009; Baptista, 2010). A avaliação do que os alunos aprenderam pode ser sumativa ou integrada com a formativa, já que esta componente desempenha um papel importante em atividades que visam um envolvimento ativo do aluno, de natureza investigativa (James, 2006).

## **2.1. Atividades laboratoriais**

As atividades laboratoriais são atividades práticas que envolvem a utilização de materiais de laboratório e ocorrem num laboratório ou numa sala de aula normal, desde que haja condições de segurança asseguradas para realizar a atividade (Leite, 2000).

Segundo Hodson (1994, citado por Leite, 2000), as atividades laboratoriais têm como principais objetivos potenciar a motivação dos alunos e promover aprendizagens de conhecimento conceptual, competências e técnicas laboratoriais e de metodologias científicas, e atitudes científicas. A aprendizagem do processo científico ocorre através da realização de investigações, o que implica a resolução de problemas no laboratório. Segundo Leite (2002), as atividades laboratoriais podem ser classificadas em seis tipos tendo em conta os objetivos a adquirir, que passam por atividades mais focadas na aprendizagem de conhecimento procedimental, outras mais focadas em conhecimento concetual e outras voltadas para o desenvolvimento de competências e atitudes relacionadas com as metodologias científicas.

Quando as atividades laboratoriais exigem controlo e manipulação de variáveis, diz-se que são atividades laboratoriais do tipo experimental (Dourado, 2001; Leite, 2000). Por vezes, esta classificação leva a diferentes interpretações pela confusão entre “experiência” e “experimental”. Nem todas as experiências realizadas são consideradas como trabalho experimental, tais como demonstrações e verificações, que normalmente utilizam orientações do tipo “experimente para

mostrar que...” ou “prove que”. Este tipo de atividades, centradas no professor e transmissivas, têm um grau de abertura fechado (Dourado, 2001).

Ainda que um dos principais objetivos de uma atividade laboratorial seja a aquisição de conhecimento conceptual, mesmo que o aluno disponha de um protocolo com uma descrição pormenorizada da atividade, necessita de alguns conhecimentos procedimentais para ser capaz de selecionar os dados mais relevantes ou compreender e interpretar os dados adquiridos. As investigações e as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, sem procedimento laboratorial incluído, são capazes de envolver de forma integrada os dois tipos de conhecimento, concetual e processual (Leite, 2002). Em contexto laboratorial, consideram-se investigações as atividades que partam de um problema e que façam o aluno fazer previsões, planifique estratégias para o resolver e que possam implementar essas estratégias para encontrar uma resposta. Assim, as investigações podem ser consideradas incompatíveis com protocolos e instruções laboratoriais em que os dados sejam fornecidos antes (Silva & Leite, 1997). Neste tipo de atividades, o aluno adquire novo conhecimento e adota novos comportamentos no laboratório, semelhante ao de um cientista (Leite, 2000).

As atividades laboratoriais podem variar no seu grau de abertura, no contexto de uma perspetiva construtivista. Este é tanto maior quanto maior o envolvimento exigido ao aluno. Desta forma, os exercícios têm o menor grau de abertura e as atividades investigativas estão no extremo oposto (Silva & Leite, 1997). Ainda segundo estes autores, muitas vezes é comum confundir-se atividades laboratoriais com investigações.

Segundo Anderson & Krathwohl (2001), a taxonomia de Bloom estrutura o conhecimento em níveis de complexidade crescente. Estes processos são cumulativos, o que implica uma dependência entre níveis, em que o nível mais simples utiliza verbos como “indicar”, “referir o material”, “observar” ou “descrever procedimentos”. No outro extremo, no nível mais complexo, estão verbos como “resolver problemas”, “formular hipóteses”, “formular problemas”, “planear” ou “realizar trabalho”.

Durante as etapas de formulação, planificação e resolução de problemas numa atividade investigativa deste género, os alunos sentem maiores dificuldades, pelo que cabe ao professor adequar as suas práticas à turma, fazendo uma orientação no sentido de motivar os alunos (Borges, 2002). Para além disso, o professor

também possibilita que haja um contacto e comparação entre os resultados obtidos durante a atividade laboratorial e explicações existentes dadas por cientistas (Leite, 2002).

Assim, a realização de atividades experimentais através da resolução de um problema deve fundamentar-se em conhecimentos prévios do aluno, do seu interesse, para que estes assumam a investigação como um projeto pessoal e compreendam os objetivos da mesma, para que consigam definir hipóteses e desenhem estratégias experimentais para encontrarem soluções possíveis para o problema de partida, procedendo à análise dos resultados. Em suma, os aspetos considerados essenciais numa metodologia científica são comuns a este tipo de atividades, tais como: identificação do problema, planificação da investigação, o prever e fazer observações, análise de dados, comparação, avaliação e tomada de decisões (Almeida, 2001).

A avaliação pode ser realizada através de técnicas como observação, estrutura ou não estruturada, por inquérito a partir de questionários ou testes, e análise de documentos, tais como relatórios, mapas de conceitos, portefólios, etc. (Leite, 2000).

## **2.2. Atividades de pesquisa**

As atividades de pesquisa envolvem a procura de informação, em diferentes fontes secundárias, e permitem que os alunos possam trocar informação entre si, contrastando as diferenças e interpretando-as, para que essa informação se transforme em conhecimento e em aprendizagens significativas (Cachapuz *et. al.* 2002). Assim, estas atividades permitem desenvolver competências essenciais em ciência quando integradas em atividades investigativas (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006).

As atividades de pesquisa podem compreender três momentos: problematização, metodologia e avaliação das explicações. A problematização pode ser formulada pelo professor ou pelo aluno, desde que seja feita com base no currículo e nos saberes e vivências dos alunos, que irão condicionar a forma de abordar a questão, ou seja, cada aluno terá uma visão e forma diferentes de abordar o problema a pesquisar. Para além disso, em ciência, para que haja uma maior contextualização das aprendizagens, o problema deve estar associado a questões CTSA. A metodologia de trabalho corresponde a várias fases como planeamento,

desenvolvimento, avaliação e comunicação, sendo, por isso, variável e dependente das mesmas, no sentido de estas serem mais centradas no aluno ou no professor. Por fim, o último momento da pesquisa corresponde ao processo utilizado para dar resposta à questão-problema inicial assim como avaliar a própria resposta encontrada (Cachapuz *et al.*, 2002).

Galvão *et al.* (2006) propõem atividades de pesquisa integradas em *inquiry*, a partir da planificação, recolha e análise de informação através da internet, em que os alunos concretizarão a pesquisa e reunirão as suas explicações sob a forma de relatório escrito e de apresentações à turma, havendo ainda trabalho colaborativo, com a atribuição de tarefas/papeis diferentes para cada grupo de alunos. Para alunos de secundário, propõem ainda que “uma situação-problema constitui um bom ponto de partida para envolver os alunos na explicação de fenómenos do dia-a-dia, podendo levar a níveis de abstracção cada vez maiores” (p. 43). Algumas situações-problema iniciais necessitam de um conhecimento científico mais aprofundado, pelo que a pesquisa é essencial.

Ainda segundo os mesmos autores, as competências gerais deste tipo de atividade passam pelo desenvolvimento do conhecimento substantivo, raciocínio, comunicação e atitudes. Na avaliação das atividades procura-se justamente avaliar-se os conhecimentos e explicações para as questões em causa, assim como a qualidade do processo de recolha e análise de informação e a capacidade de utilizar a internet nesta mesma recolha, para encontrar respostas para as questões propostas.

Envolver os alunos em atividades de pesquisa de complexidade crescente pode reforçar-lhes a autonomia e autoestima, já que diminui o grau de acompanhamento e orientação do professor até ao ponto em que será necessário apenas simples aconselhamento e os alunos conseguem resolver problemas. No entanto, este aumento de complexidade deve ser gradual, ao longo de toda a escolaridade. De qualquer forma, independentemente do nível de orientação em que os alunos se encontram, “uma situação de aprendizagem por pesquisa requer a definição e explicitação claras dos objectivos que se pretendem que os alunos alcancem” (Galvão *et al.*, 2006, p. 33).

### **2.3. Role play**

O *role play* é um tipo de simulação que pode ser utilizado na abordagem IBSE, pelo seu potencial para tornar as aprendizagens em ciências mais atrativas



para os alunos (Hildebrand, 1989). Apesar de não haver consenso acerca da definição para *role play*, este pode ser visto como um produto de brincadeira (*play*), jogos (*games*) e simulação (*simulation*) (Jones, 1985) em que o aluno age de acordo com um papel – ele próprio ou em personagem – numa situação específica (Ladousse, 1987). Em ciências, o *role play* pode ser a interação destas três componentes em conjunto com o próprio aluno que desempenha a atividade e adquire novos conhecimentos e competências (McSharry & Jones, 2000), nomeadamente competências de comunicação e sociais, já que esta metodologia os coloca perante condições que existem no mundo real, como o constrangimento, a motivação e a pressão, funcionando com um laboratório para aprender a interagir em sociedade (Ments, 1999).

Segundo Ducrot *et al.* (2008) este tipo de simulação pode ser dividida em três componentes: 1) um sistema de regras no ambiente em que se desenvolvem as ações; 2) um moderador que organize a sessão, domine as regras e oriente os participantes; e 3) participantes que desempenham diferentes papéis durante a realização. Assim, para que a tarefa de *role play* se realize são necessários dois momentos pré e pós atividade: é necessário que o professor prepare e explicita a temática antes e, posteriormente, que haja um momento de discussão final.

Para além da visão de “jogo” que a tarefa tem, esta pode ser classificada como discussão, já que existe diálogo entre vários elementos de um grupo, que apresentam diferentes sugestões e argumentos sobre um determinado assunto em análise. No final, chega-se a uma conclusão comum, partilhada (Dillon, 1994). No entanto, em discussão não existem “dois lados” como num debate. Nos debates, os alunos argumentam de duas ou mais formas sobre um assunto, trazendo opiniões e factos importantes (Hall, 2011). Assim, quando utilizado de forma correta, os dois métodos, *role play* e debate, podem criar experiências de aprendizagem significativas. Estas duas estratégias em conjunto trazem diversidade, diversão, motivação e uma alteração na dinâmica do professor em sala de aula enquanto os alunos participam ativamente no seu processo de aprendizagem (Latif, S. Mumtaz, R. Mumtaz & Hussain, 2018).

Neste seguimento, também para Ladrousse (1987), as vantagens de realizar *role plays* incluem: a) encorajar os alunos a criar a sua própria realidade; b) desenvolvimento de competências sociais, ao aprender a interagir com os outros; c) aumenta a motivação dos alunos; d) ajuda a construir autoconfiança nos alunos; e)

permite que os alunos tragam as suas vivências para a sala de aula e para as aprendizagens a realizar; f) são divertidos; g) ajudam na compreensão de mal-entendidos; e h) permitem que os alunos mais tímidos possam participar, já que se trata de uma simulação da realidade, não interferindo com a personalidade de cada um.

Na aprendizagem das ciências, a argumentação e simulação são importantes para que os alunos se familiarizem com o discurso científico. Segundo Jiménez-Aleixandre (2007), a argumentação desenvolve competências de comunicação, mas também de pensamento crítico, promovendo a literacia científica e o raciocínio. Assim, o *role play* é um importante elemento de comunicação e também de socialização, já que o participante para além de expor pontos de vista, tem de sentir que faz parte integrante do jogo (Bolzan, 2003). Para além disto, o *role play* leva ao desenvolvimento de competências de raciocínio e no domínio das atitudes, nomeadamente de responsabilidade, respeito, tolerância e liberdade, já que os alunos têm de pesquisar e analisar dados, para que depois possam argumentar (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011).

Howes e Cruz (2009) ainda acrescentam que muitas vezes as aulas são ensinadas de uma perspetiva de que toda a gente pode ser cientista. Assim, o *role play* permite que os alunos consigam conceptualizar a ciência de maneira a que criem empatia e compreendam os desafios e oportunidade de viver em diferentes tempos históricos, em diferentes contextos culturais, terem de trabalhar com diferentes barreiras, o que remete para a sociologia externa da natureza da ciência.

### **III. Unidade de Ensino**

No seguinte capítulo é apresentada a contextualização da Unidade de ensino lecionada “Imunidade e Controlo de doenças”, tanto no programa de Biologia de 12.º ano (Ministério da Educação, 2004), como nas Aprendizagens Essenciais de Biologia de 12.º ano (Ministério da Educação, 2018).

De seguida, é apresentado o contexto científico em que a Unidade se insere, com os conceitos mais relevantes acerca da imunidade e controlo de doenças, que serviram de base às aulas lecionadas. Por fim, segue uma explicitação das opções didáticas estruturantes da unidade, das atividades realizadas, assim como uma descrição sumária das aulas e breve reflexão sobre as mesmas.

#### **1. Enquadramento científico**

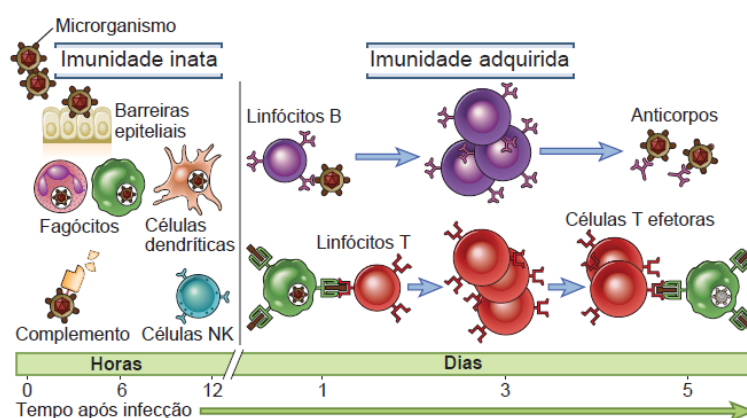
##### **1.1. Imunidade e sistema imunitário**

Há milhões de anos que o ser humano coabita o planeta com outros organismos, servindo de hospedeiro para muitos deles, como bactérias, vírus, fungos, protozoários, vermes e insetos (Seeley, Stephens & Tate, 2005). Muitas vezes, estes organismos tornam-se patogénicos, causando doenças, e podem levar à morte (Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts & Walter, 2002). Contudo, o corpo humano dispõe de mecanismos para resistir ou destruir estes potenciais agentes agressores, através de um sistema imunitário (Seeley *et al.*, 2005), que lhe confere imunidade. Este sistema tem como principal função prevenir infeções e erradicar infeções estabelecidas (Abbas, Lichtman & Pillai, 2012), para além de ainda atuar contra células alteradas ou envelhecidas, mantendo o equilíbrio homeostático do organismo (Arosa, Cardoso & Pacheco, 2007).

Neste sentido, a imunidade pode ser definida como a resistência às agressões de substâncias estranhas, como microrganismos patogénicos e substâncias químicas nocivas, que podem provocar doenças (Seeley *et al.*, 2005). Esta capacidade vital é assegurada por um conjunto de células, tecidos e moléculas que constituem o sistema imunitário, e a sua resposta coletiva e coordenada, que permite reconhecer a presença de substâncias estranhas de forma a serem neutralizadas e eliminadas, denomina-se resposta imunológica (Abbas *et al.*, 2012). Existem dois tipos de resposta imunológica distintas (Figura 1), apesar de funcionarem em conjunto, que

se podem traduzir em imunidade inata, ou natural, e imunidade adaptativa ou adquirida (Arosa *et al.*, 2007).

A imunidade inata reconhece e destrói algumas substâncias estranhas, mas a resposta é sempre a mesma em cada exposição, visto que não há memória relativamente a exposições anteriores. Por outro lado, a imunidade adaptativa reconhece e destrói os agentes estranhos, mas a resposta é tanto mais rápida e eficaz quanto maior a exposição ao agente agressor. Neste sentido, o organismo cria uma memória imunológica e torna-se mais eficiente (Scanlon & Sanders, 2007). A memória imunológica é a capacidade que o sistema imunitário tem de recordar uma determinada substância a que o organismo já esteve exposto, com grande especificidade no momento de atuar contra um determinado agente agressor. Assim, a imunidade inata pode atuar contra a generalidade dos patogénicos enquanto que a imunidade adaptativa consegue distinguir diferentes tipos do agente agressor. Quando o agente patogénico é destruído antes que tenham aparecido sintomas diz-se que a pessoa se encontra imune (Seeley *et al.*, 2005).



**Figura 1. Mecanismos de imunidade.** Representação dos principais mecanismos de imunidade inata e adaptativa ou adquirida (adaptado de Abbas *et al.*, 2012).

### 1.1.1. Agentes patogénicos

Os agentes agressores causadores de doenças denominam-se organismos patogénicos e podem ser bactérias, vírus, fungos, protozoários e pequenos animais como vermes (Alberts *et al.*, 2002). Apesar de o corpo humano funcionar como um ecossistema complexo e próspero para milhões de microrganismos diferentes, que constituem o microbiota humano (Willey, Sherwood & Woolverton, 2013), estes normalmente estão limitados a determinados locais, como a pele, boca, intestino grosso e vagina, e apenas causam problemas se o sistema imunitário estiver enfraquecido ou se conseguirem penetrar em partes do corpo que geralmente se

encontram estéreis. Assim, para que um organismo se torne patogénico é necessário que, primeiramente, consiga colonizar um hospedeiro que lhe permita obter nutrientes para realizar os seus processos metabólicos. Em simultâneo, é necessário que consiga contornar ou subverter as respostas imunológicas do sistema imunitário do hospedeiro, replicando-se, e eventualmente procurar novos hospedeiros. A razão pela qual alguns organismos causam doenças, ao invés de apenas utilizarem o hospedeiro para se reproduzirem, está relacionada com uma maior eficiência de propagação quando há resposta patológica e lesões nas células, que facilitam a sua disseminação direta (Alberts *et al.*, 2002). Na verdade, os microrganismos patogénicos têm evoluído no sentido de se tornarem mais capazes de contornar as respostas imunológicas, sendo que alguns deles não conseguem ser eliminados pelo sistema imunitário, permanecendo no corpo por anos, mesmo que alguns não sejam letais. Os mais evoluídos necessitam do hospedeiro vivo, pelo que é mais vantajoso em termos evolutivos “conviver” com o mesmo. Uma outra estratégia destes agentes patogénicos é, também, a utilização de outros animais como veículo de infeções novas e mortais para o ser humano, designadas de infeções zoonóticas (Murphy *et al.*, 2010).

Os organismos patogénicos mais frequentes são os vírus e bactérias, que provocam doenças muito diferentes, pelas suas características biológicas distintas.

As bactérias são procariontes de vida livre, com capacidade de se reproduzirem de forma autónoma. Apesar de a grande maioria ser inofensiva e até benéfica, algumas conseguem causar doenças. Para isso, as bactérias necessitam de invadir e destruir as células do hospedeiro. De forma direta, as bactérias fixam-se às células e utilizam-na para obter nutrientes ou, na maioria das vezes, produzem resíduos que conduzem ao colapso das células, como as toxinas, ou na forma de esporos. De forma indireta, pode haver uma excessiva ou inapropriada resposta imunológica a uma infeção bacteriana, danificando as células (Tortora, Funke & Case, 2016).

Os vírus são agentes patogénicos menos complexos do que as bactérias. Estes têm um pequeno genoma, composto por DNA ou RNA encapsulado numa cápsula proteica, e são patogénicos obrigatórios, que necessitam de invadir a célula hospedeira para que se consigam replicar (Murphy, Travers & Walport, 2010).

Os príões são pequenos agentes patogénicos mais simples e pequenos, sem genoma. São pequenos agregados de proteínas raras e anormais, que conseguem

desenrolar as proteínas do hospedeiro que partilharem a primeira sequência de aminoácidos (Alberts *et al.*, 2012).

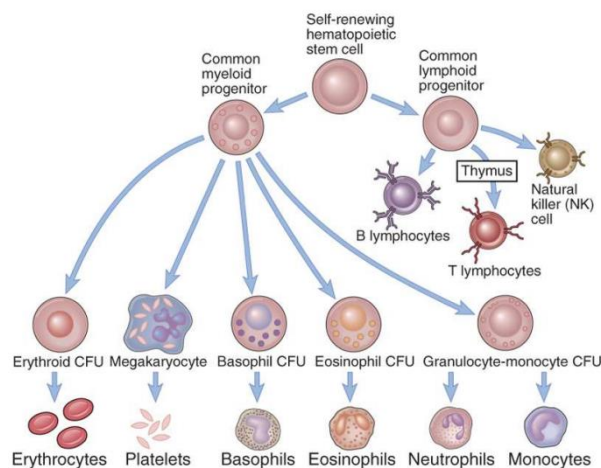
Os fungos patogénicos podem ser leveduras unicelulares e bolores filamentosos e multicelulares, apresentando muitas vezes dimorfismo. Os protozoários parasitas têm ciclos de vida mais complexos do que os fungos, o que normalmente requerem mais do que um hospedeiro para o completar (Alberts *et al.*, 2002).

### 1.1.2. Constituição do sistema imunitário

O sistema imunitário do corpo humano é constituído por órgãos linfáticos, tecido linfático e uma grande variedade de células e fatores solúveis, que funcionam como mediadores químicos na resposta imunológica (Arosa *et al.* 2007). Os órgãos linfáticos, como os adenoides, amígdalas, gânglios linfáticos, baço e apêndice são responsáveis pela captura e destruição de agentes externos. No timo e na medula óssea há a produção e maturação da componente celular imunológica mais importante, os leucócitos (Murphy *et al.*, 2010).

#### 1.1.2.1. Leucócitos

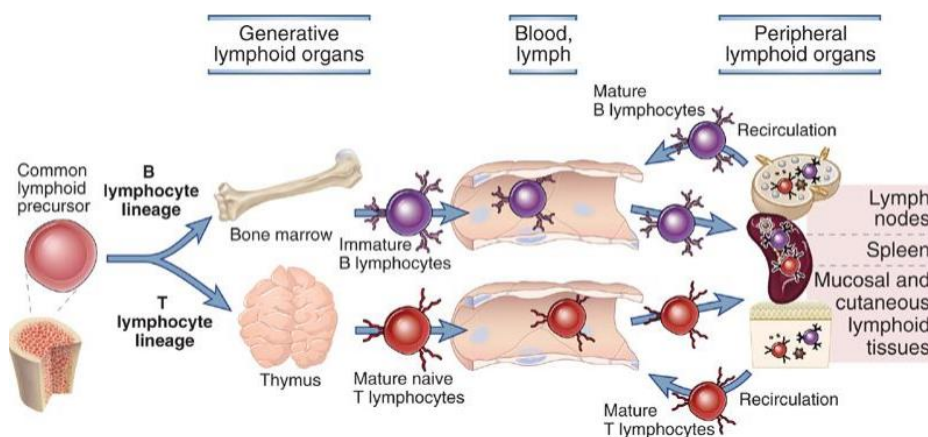
As respostas imunológicas são mediadas por glóbulos brancos ou leucócitos, que são produzidos na medula óssea vermelha e no tecido linfático (Figura 2).



**Figura 2. Hematopoiese.** Representação do processo de formação, desenvolvimento e maturação dos elementos figurados do sangue (adaptado de Abbas *et al.*, 2012).

Estes incluem os granulócitos, cujo núcleo lobulado é muito variável e de grânulos evidentes, e os linfócitos e monócitos, que não possuem grânulos evidentes. Os granulócitos podem ser: neutrófilos, eosinófilos e basófilos (Arosa *et al.* 2007).

Os linfócitos conferem especificidade às respostas imunológicas e dividem-se em linfócitos B e T (Figura 3). Os linfócitos B amadurecem na medula óssea (do inglês *bone marrow*) e são responsáveis por uma imunidade mediada por anticorpos (imunidade humoral), já que se podem diferenciar em plasmócitos, que produzem anticorpos (Seeley *et al.*, 2005). Os linfócitos T amadurecem no timo e são responsáveis pela imunidade mediada por células (imunidade celular), podendo dividir-se em três grupos: linfócitos T auxiliares ou *helper*, que ajudam outras células a desempenhar as suas funções, como por exemplo os linfócitos B a produzir mais anticorpos ou os macrófagos a aumentar a sua atividade microbicida; linfócitos T citotóxicos, cuja função efetora é mais direta, como a destruição de células infetadas por vírus ou neoplásicas; e linfócitos NK (do inglês *natural killer*), que têm uma capacidade espontânea de reconhecer e destruir células aberrantes, de produzir fatores solúveis ou de ativar outras células do sistema imunitário (Arosa *et al.* 2007).



**Figura 3. Maturação dos linfócitos B e T.** Desenvolvimento dos linfócitos na medula óssea, migração para órgãos linfoides periféricos, resposta a antígenos e circulação no sangue e linfa (adaptado de Abbas *et al.*, 2012).

Os monócitos são as maiores células presentes no sangue periférico e têm a capacidade de abandonar a circulação temporariamente e entrarem nos tecidos e evoluírem para macrófagos. Enquanto macrófagos, são células fagocitárias de grandes dimensões que podem ser fixas ou móveis, tendo recetores para os patogénicos mais comuns no organismo (Seeley *et al.*, 2005; Scanlon & Sanders, 2007). Para além da função de fagocitose muito eficiente, que consiste na endocitose e destruição de partículas por fagócitos, também produzem substâncias

como interferões, prostaglandinas e complemento, para reforçar a resposta imunológica (Seeley *et al.*, 2005; Arosa *et al.*, 2007).

Os neutrófilos são também células fagocitárias importantes, apesar das pequenas dimensões. Estes são produzidos em grande quantidade pela medula vermelha e são libertados no sangue, onde circulam por poucas horas. Normalmente são as primeiras células a entrar nos tecidos infetados, mas acabam por morrer depois de realizarem fagocitose. Para além disso, podem libertar enzimas lisossómicas que destroem os microrganismos, mas que, conseqüentemente, lesam e inflamam os tecidos. O pus é uma acumulação de neutrófilos, microrganismos mortos e resíduos de tecidos necrosados (Seeley *et al.*, 2005).

Os basófilos e mastócitos têm origem na medula vermelha e podem deixar o sangue para penetrar em tecidos infetados, mas apresentam algumas diferenças a nível de mobilidade. Os mastócitos, como são imóveis, acumulam-se estrategicamente em locais de potencial entrada de microrganismos, como a pele, pulmões, tubo digestivo e vias urogenitais. Estas células, quando ativadas, induzem reação inflamatória ao libertar substâncias químicas como a histamina e leucotrienos (Seeley *et al.*, 2005).

Os eosinófilos têm a mesma origem e, em poucos minutos, penetram nos tecidos infetados. No entanto, as enzimas que libertam ativam mecanismos que reduzem a reação inflamatória, para além de terem a capacidade de matar certos parasitas (Seeley *et al.*, 2005).

#### 1.1.2.2. Mediadores químicos

Como já referido, a maioria dos linfócitos desenvolvem-se e amadurecem no mesmo local e, posteriormente, migram para os tecidos lesionados, induzindo uma resposta imunológica eficaz. Neste sentido, existem mediadores quimiotáticos, que são libertados pelas células dos tecidos infetados e atuam como sinais químicos para atrair os leucócitos e promover a resposta inflamatória. Estes podem ser: o complemento, interferão e químicos envolvidos na resposta inflamatória, como as prostaglandinas, leucotrienos, cininas e histamina. Assim, os leucócitos deslocam-se para onde há maior concentração destes fatores, num processo denominado quimiotaxia. A histamina, cininas e leucotrienos são substâncias libertadas pelos elementos figurados do sangue, que promovem a vasodilatação e aumentam a



permeabilidade vascular, atraindo fagócitos ao local da infecção (Seeley *et al.*, 2005).

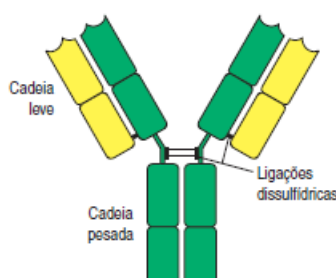
Também envolvido em respostas imunológicas inatas está o interferão, proteína que protege o organismo contra infecções virais e de neoplasias. Algumas destas proteínas também libertam histamina na inflamação, enquanto outras podem atrair leucócitos ao local infectado (Scanlon & Sanders, 2007).

Por fim, o sistema de complemento corresponde a um conjunto de cerca de 20 proteínas plasmáticas que aumentam a permeabilidade vascular, estimulam a libertação de histamina e ativam as cininas, para além de promoverem a fagocitose e atraírem fagócitos aos locais infectados (Seeley *et al.*, 2005).

#### 1.1.2.3. Anticorpos e antígenos

Os antígenos são marcadores químicos que identificam células e estimulam uma resposta imunológica específica. Podem ser moléculas estranhas ao organismo, pertencentes a organismos patogénicos ou a substâncias como o pólen e células de excertos ou órgãos transplantados de outras pessoas (Scanlon & Sanders, 2007). Há ainda antígenos que são produzidos pelo próprio organismo, que podem estimular respostas distintas. Por exemplo, o reconhecimento de antígenos tumorais pode conduzir à prevenção ou destruição do tumor, no entanto, quando os antígenos estimulam a destruição dos tecidos saudáveis pode ocorrer uma doença autoimune (Seeley *et al.*, 2005). Este reconhecimento do que é próprio ou externo deve-se a glicoproteínas na superfície das células, que constituem o complexo de histocompatibilidade principal (MHC), e permitem que os antígenos sejam reconhecidos por linfócitos (Murphy *et al.*, 2010).

Os anticorpos são proteínas, designadas imunoglobulinas, muito específicas, que permitem que ocorra o reconhecimento de antígenos pelos linfócitos B (Figura 4).



**Figura 4. Estrutura da molécula de imunoglobulina.** A imunoglobulina é composta por dois tipos de cadeias proteicas: cadeias leves (a amarelo) e cadeias pesadas (a verde) (adaptado de Murphy *et al.*, 2010).

Cada imunoglobulina tem a forma de “Y” e é composta por duas cadeias longas (cadeias pesadas) e duas cadeias curtas (cadeias leves). Possui uma região constante, cuja sequência de aminoácidos que a constitui é muito semelhante entre imunoglobulinas diferentes e que define a classe a que esta pertence. Na porção terminal das cadeias leves existe uma região designada de variável, responsável pelo reconhecimento de antígenos, cuja sequência de aminoácidos é distinta e própria para cada tipo de anticorpo, o que lhe confere uma elevada especificidade. As cinco classes de imunoglobulinas são denominadas IgG, IgM, IgA, IgE e IgD, como representadas no quadro 1 (Arosa *et al.*, 2007).

Na interação antígeno-anticorpo, os antígenos possuem regiões específicas que são capazes de ser reconhecidas pelos linfócitos, designadas de epítomos ou determinantes antigénicos. Assim, um determinado antígeno consegue ligar-se a diferentes tipos de anticorpos, desde que haja epítomos diferentes (Seeley *et al.*, 2005).

Anticorpo	% no plasma	Descrição
IgG	80-85	Ativa o complemento e aumenta a fagocitose; pode atravessar a barreira placentária e dar imunidade ao feto e recém-nascido; responsável por reações ao fator Rh.
IgM	5-10	Ativa o complemento e atua como um antígeno recetor de ligação do antígeno na superfície das células B; responsável pelas reações de transfusões do sistema ABO sanguíneo; muitas vezes o primeiro anticorpo produzido como reação a um antígeno.
IgA	15	Segregada na saliva, lágrimas e nas mucosas para proteger a superfície corporal; existe no colostro e no leite para fornecer proteção imunitária ao recém-nascido.
IgE	0,002	Liga-se aos mastócitos e aos basófilos e estimula a reação inflamatória.
IgD	0,2	Funciona como recetor de ligação antígeno nas células B.

**Quadro 1. Classes de imunoglobulinas.** As cinco classes de imunoglobulinas são IgG, IgM, IgA, IgE, IgD. Existem em diferentes proporções no plasma e têm diferentes funções (adaptado de Seeley *et al.*, 2005).

### 1.1.3. Imunidade inata

A imunidade inata ou natural é um mecanismo de defesa que envolve a ação conjugada de fatores mecânicos, químicos e fisiológicos, mediadores químicos e células envolvidas em fagocitose, onde o papel dos linfócitos é crucial. O poder da resposta inata não é alterado mediante a exposição repetida ao antígeno (Scanlon & Sanders, 2007; Arosa *et al.*, 2007).

#### 1.1.3.1. Fatores mecânicos, químicos e fisiológicos

As barreiras físicas e secreções constituem a primeira linha de defesa contra a entrada de agentes agressivos externos (Arosa *et al.*, 2007), pois evitam a entrada

de microrganismos e substâncias químicas no organismo ou removem-nos da superfície corporal. Se os microrganismos não penetrarem no organismo não podem ser agentes de doença (Seeley *et al.*, 2005).

A pele funciona como uma barreira mecânica a todo o tipo de patogénicos através da produção de sebo que limita o crescimento de bactérias, assim como a produção de químicos antimicrobianos, as defensinas, nas células vivas da epiderme. O muco reveste os tecidos das vias respiratórias, vias urogenitais e do tubo digestivo e impede o contacto com os microrganismos, que os capta, destrói e expulsa. Nas vias respiratórias, estes são expulsos através da tosse ou do espirro. Nas mucosas ciliadas, os cílios aprisionam os microrganismos e expulsam-nos para a faringe, para serem deglutidos. Em contacto com o ácido clorídrico e enzimas digestivas, no estômago, estes são rapidamente destruídos (Seeley *et al.*, 2005; Scanlon & Sanders, 2007; Arosa *et al.*, 2007). Para além do sebo e do muco, existem outras substâncias químicas que matam ou evitam a entrada dos microrganismos nas células, como a lisozima, presente em fluidos corporais como a saliva, lágrimas e suor (Scanlon & Sanders, 2007).

No entanto, quando os microrganismos conseguem ultrapassar estas barreiras é necessária uma segunda linha de defesa (Arosa *et al.*, 2007). Em tecidos subcutâneos, subjacentes às membranas mucosas, há uma maior quantidade de leucócitos que, como já referido, têm uma grande capacidade fagocítica (Scanlon & Sanders, 2007).

#### 1.1.3.2. Fagocitose

A fagocitose constitui um dos principais mecanismos da imunidade inata e consiste na ingestão de partículas, tal como bactérias, por células fagocíticas que são posteriormente destruídas ou neutralizadas. Os principais tipos de células fagocíticas são os neutrófilos, monócitos e macrófagos (Arosa *et al.*, 2007). As células de Langerhans, situadas na pele, e outras células dendríticas também fazem fagocitose, não apenas destruindo o agente externo como também o transportando para os nódulos linfáticos, onde os linfócitos vão desencadear uma resposta imunológica adaptativa (Scanlon & Sanders, 2007).

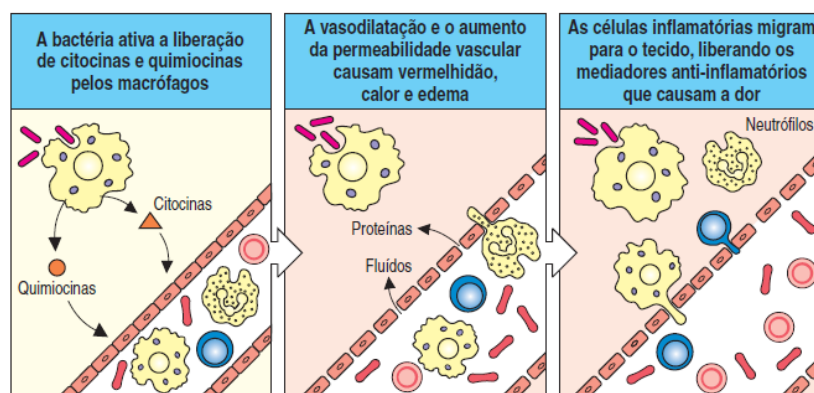
#### 1.1.3.3. Resposta inflamatória e reparação dos tecidos

A resposta inflamatória ocorre quando os agentes patogénicos conseguem atravessar as barreiras de defesa primárias e tem três papéis essenciais no combate

a infecções: 1) oferecer células e moléculas efetoras aos locais de infecção para aumentar a eliminação dos patogênicos por macrófagos; 2) criar uma barreira física, na forma de coagulação microvascular para prevenir a propagação da infecção; e 3) promover a reparação dos tecidos lesados (Murphy *et al.*, 2010).

Assim, a resposta inflamatória corresponde a uma sequência complexa de acontecimentos que envolvem mediadores químicos e células da imunidade inata, que pode ser ativada em consequência de lesões nas células, tal como traumatismos, queimaduras e substâncias químicas. Os mediadores químicos, tal como a histamina, cinina, prostaglandina e leucotrieno, têm uma ação de curta duração e atuam nas células lesadas, provocando reações diversas tais como vasodilatação e o aumento da permeabilidade dos capilares (Seeley *et al.*, 2005).

Aquando a invasão dos agentes patogênicos há um aumento do número de leucócitos em circulação, nomeadamente neutrófilos e monócitos, que posteriormente são atraídos para o local da infecção, num processo denominado quimiotaxia. Isto ocorre devido à vasodilatação, que corresponde a um aumento do fluxo sanguíneo e aumento da temperatura, causando rubor no local (Figura 5). Em poucas horas, os leucócitos colocam-se estrategicamente mais perto das paredes dos capilares (marginação) e atravessam-na, num processo denominado diapedese, e migram para o local da infecção, assim como algumas proteínas sanguíneas que ajudam na coagulação e outros mediadores químicos, como o complemento. Isto deve-se ao aumento da permeabilidade dos capilares. No entanto, como os neutrófilos têm um tempo de vida curto, os monócitos diferenciam-se em macrófagos, para que a fagocitose seja mais eficiente (Seeley *et al.*, 2005).



**Figura 5. Resposta inflamatória.** A infecção por agentes patogênicos ativa a libertação de mediadores inflamatórios. A inflamação é caracterizada por vermelhidão, calor, edema, e dor (adaptado de Murphy *et al.*, 2010).

Até que os agentes agressores sejam destruídos este conjunto de processos acontece repetidamente, a nível local. Assim, os sintomas de inflamação localizada podem ser edema, rubor, calor, dor e impotência funcional. O rubor, calor e edema devem-se ao aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade vascular. A dor é causada pelo edema e pela ação dos mediadores químicos nos recetores de dor. Já a impotência funcional resulta da destruição dos tecidos, do edema e da dor (Seeley *et al.*, 2005).

Contudo, quando as infeções são mais graves e não restritas a um local, tem de haver uma resposta sistémica. Para além dos sintomas descritos, pode haver outras reações, como a febre. Esta é ativada através de substâncias que os microrganismos patogénicos, macrófagos, neutrófilos e outras células produzem: os pirogénios. Os pirogénios interferem com a regulação da temperatura corporal no hipotálamo para que esta aumente. Assim, a febre estimula a atividade do sistema imunitário, como a fagocitose, e inibe o crescimento de microrganismos. Outro sinal de resposta sistémica em casos de infeção graves é o aumento drástico da permeabilidade vascular, que gera uma grande quantidade de líquido intersticial, o que por sua vez leva à diminuição do volume sanguíneo e pode levar à morte (Seeley *et al.*, 2005).

#### 1.1.3.4. Interferão

O interferão faz parte de um conjunto de proteínas produzidas por alguns tipos de células infetadas por vírus e por linfócitos T. Os vírus necessitam de um hospedeiro para se poderem replicar e, apesar de o interferão não conseguir impedir a entrada dos vírus nas células, este tem a capacidade de induzir as células vizinhas a produzir proteínas antivirais, que bloqueiam a ação do patogénico (Scanlon & Sanders, 2007).

#### 1.1.3.5. Sistema de complemento

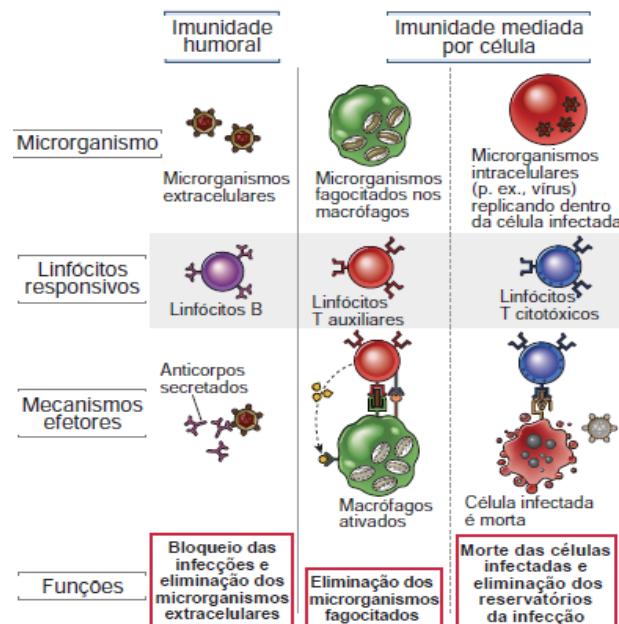
O complemento é um conjunto de cerca de vinte proteínas do plasma que circulam no sangue em forma inativa e estão envolvidas na lise de antígenos, na estimulação de libertação de histamina e na quimiotaxia (Scanlon & Sanders, 2007). Para que estas proteínas sejam ativas é necessária uma série de reações em cascata (cascata do complemento) que pode seguir por duas vias. A via alternativa faz parte da imunidade inata e tem início quando uma das proteínas é ativada por um agente patogénico, ativando as restantes proteínas. A via clássica faz parte da imunidade

adaptativa, necessitando da ligação de um antígeno a um anticorpo (Seeley *et al.*, 2005).

#### 1.1.4. Imunidade adaptativa ou adquirida

A imunidade adaptativa corresponde a mecanismos imunológicos que conseguem reconhecer, memorizar e responder a qualquer antígeno, sendo uma resposta específica e levada a cabo por anticorpos específicos ou pela produção de células efectoras, como linfócitos B e T e macrófagos (Seeley, Arosa *et al.*, 2007). A imunidade inata tem um papel fundamental no desencadear da resposta adaptativa, como é o exemplo da resposta inflamatória. Quando a inflamação não é suficiente para destruir os agentes agressores, esta torna-se crónica e continuada no tempo. Assim, a permanência de certos atores no local da infeção permite que haja as condições ideais para iniciar uma reação adaptativa (Arosa *et al.*, 2007).

A resposta imunológica adaptativa pode ser dividida em diferentes fases (Figura 6).



**Figura 6. Tipos de imunidade adquirida.** A imunidade adquirida pode ser humoral, produzindo anticorpos, ou mediada por células T auxiliares, que aumentam a fagocitose dos microrganismos, e células T citotóxicas, que eliminam células infetadas (adaptado de Abbas *et al.*, 2012).

Numa primeira fase, dá-se o reconhecimento dos antígenos por linfócitos B e T. Como já referido, inicialmente estes linfócitos são semelhantes e apenas diferem no local de maturação. Assim, os linfócitos T migram para o timo e os linfócitos B permanecem na medula óssea, onde desempenharão funções diferentes mas conjugadas para que haja uma resposta adaptativa eficaz. Para que isto

aconteça, durante o processo de maturação destas células é necessário que os linfócitos adquiram a capacidade de reconhecer os antígenos específicos, adquirindo recetores de antígenos e tornando-se ativos (Murphy *et al.*, 2010). Neste sentido, os linfócitos T tornam-se responsáveis pela imunidade mediada por células, enquanto que os linfócitos B estimulam outras células a produzir anticorpos, sendo responsáveis pela imunidade humoral<sup>1</sup> (Seeley *et al.*, 2005).

Posteriormente, os linfócitos ativos regressam aos órgãos linfóides periféricos. Apesar de uma infeção poder ocorrer em qualquer local do organismo, os antígenos patogénicos serão capturados e levados para estes órgãos, onde se iniciará a resposta adaptativa (Murphy *et al.*, 2010).

#### 1.1.4.1. Imunidade humoral

Este mecanismo envolve a produção de anticorpos e é iniciada com o reconhecimento do antígeno específico pelos linfócitos B assim como por células T *helper* e macrófagos. As células T *helper* estão sensibilizadas para o antígeno e apresentam-no ao linfócito B. Posteriormente, o linfócito B divide-se e produz dois tipos de células: células B memória, que podem iniciar uma resposta mais rápida numa segunda exposição ao antígeno e permanecerem vivas durante décadas; e células do plasma (plasmócitos) que produzem anticorpos específicos para aquele antígeno (Scanlon & Sanders, 2007).

Os anticorpos, por si só, não têm capacidade de destruir antígenos, pelo que têm de se ligar aos epítomos dos antígenos e interferir nas funções que este desempenha. Quando um anticorpo (IgM ou IgG) se liga a um antígeno, formando o complexo antígeno-anticorpo, gera-se uma série de processos que constituem a imunidade humoral:

- Neutralização de vírus e bactérias de forma direta. No caso das bactérias, estas são marcadas pelos anticorpos até que sejam fagocitadas, enquanto que nos vírus, a ligação é feita a moléculas específicas na superfície das células alvo.
- Revestimento da superfície antígenos, formando agregados que são mais facilmente fagocitados.
- Ativação do sistema de complemento, o que desencadeia uma resposta inflamatória (Murphy *et al.*, 2010).

---

<sup>1</sup>Designação atribuída historicamente a partir de estudos iniciais com injeção de fluidos corporais (humores) (Seeley *et al.*, 2005).

#### 1.1.4.2. Imunidade celular

A imunidade celular é mediada por linfócitos T, atuando sobre microrganismos patogénicos e no controlo de tumores. Quanto estas células estão ativas, dividem-se várias vezes dando origem a células T efectoras e células T de memória. As células T efectoras são responsáveis pela resposta imunológica celular enquanto que as células T de memória são responsáveis por uma resposta secundária e fornecem imunidade de longa duração, como as células B de memória. À semelhança da imunidade humoral, a imunidade celular é iniciada com a apresentação do antígeno aos linfócitos T por macrófagos, linfócitos B ou por células infetadas por vírus (Seeley *et al.*, 2005).

Quando ocorre fagocitose de patogénicos por macrófagos, os antígenos dos mesmos ficam marcados nas membranas das células. Também nas membranas dos macrófagos existem antígenos próprios do organismo. Assim, as células T *helper* que encontrem este macrófago não reconhecem apenas antígenos externos como também os auto antígenos, para comparação. Desta forma, as células T *helper* tornam-se sensibilizadas para um antígeno específico, que não pertence ao organismo (Scanlon & Sanders, 2007).

Esta “apresentação” entre antígenos e linfócitos T deve-se à presença de proteínas pertencentes ao MHC nas membranas dos macrófagos. Os antígenos ligados ao MHC de classe II (MCH<sub>II</sub>) ativam os linfócitos T, que se diferenciam em linfócitos T *helper*. O complexo antígeno MCHII funciona como um sinal para que haja destruição da célula em causa. Por outro lado, quando uma célula é infetada por um vírus ou se torna cancerosa, estes antígenos irão combinar-se com proteínas do MHC de classe I (MCH<sub>I</sub>). O complexo antígeno-MCH<sub>I</sub> liga-se a células virais, destruindo-as, assim como permite também diferenciar linfócitos T em linfócitos T citotóxicos (Seeley *et al.*, 2005). Em células cancerosas, os linfócitos T ligam-se à sua superfície, promovendo a lise celular das mesmas (Murphy *et al.*, 2010).

Por último, a imunidade celular também é responsável pela rejeição de excertos ou de transplantes de órgãos. Esta rejeição ocorre uma vez que os tecidos ou órgãos transplantados não possuem antígenos do MHC, logo são reconhecidos pelos linfócitos T como antígenos estranhos (Murphy *et al.*, 2010).



#### 1.1.4.3. Imunidade adquirida

Existem quatro formas de adquirir imunidade adaptativa, tendo em conta a exposição ao antígeno ou anticorpo e a forma como o sistema imunitário responde: de forma natural ativa, artificial ativa, natural passiva e artificial passiva. A exposição natural implica contacto no quotidiano, de forma espontânea com o antígeno. A exposição artificial implica a introdução deliberada de um antígeno ou anticorpo, denominando-se imunização. Diz-se que a imunidade é ativa quando o sistema imunitário produz anticorpos, como resposta. A imunidade passiva ocorre quando outra pessoa ou animal formam anticorpos que virão a ser transferidos para um indivíduo ainda não imunizado, ou seja, que não formou anticorpos para determinado antígeno (Seeley *et al.*, 2005).

##### 1.1.4.3.1. *Imunidade artificial*

A imunidade artificial implica a introdução de antígenos num indivíduo, para estimular o sistema imunitário. Se esta introdução for deliberada, a imunidade artificial diz-se ativa, como é exemplo a vacinação e o antígeno introduzido, a vacina (Seeley *et al.*, 2005).

Segundo Abbas *et al.* (2012), a vacinação é o método mais eficaz de proteger indivíduos contra infeções, além de ter erradicado doenças importantes a nível mundial. As vacinas são constituídas por partes de microrganismos, mortos ou vivos modificados, no sentido destes antígenos estimularem o sistema imunitário. Os antígenos são normalmente administrados por injeção ou via oral e são o método preferido para aquisição de imunidade adaptativa, já que produz imunização prolongada, sem sintomas de doença (Seeley *et al.*, 2005; Scanlon & Sanders, 2007).

A imunidade artificial é passiva quando a fonte do antígeno não é o indivíduo a ser imunizado, mas sim outros animais ou pessoas. Em determinadas infeções são administrados anticorpos retirados do plasma de outros indivíduos ou animais que estiveram em contacto prévio com o antígeno. Desta forma, o indivíduo recebe imunidade imediata mas temporária, já que os anticorpos administrados devem ser utilizados de imediato ou serão inutilizados. As substâncias administradas nestes casos designam-se antissoro. O antissoro é o soro constituído pelo plasma a que foram retirados os fatores de coagulação e que contém os anticorpos para o antígeno específico. Existem diferentes antissoros

contra microrganismos patogénicos, toxinas bacterianas e ainda alguns venenos (Seeley *et al.*, 2005).

## **1.2. Doenças e desequilíbrios**

Por vezes, o sistema imunitário sofre desregulações ou tem insuficiências que levam a que os mecanismos de imunidade inata e adaptativa falhem. Assim, os indivíduos tornam-se mais vulneráveis a infeções, que conduzem a doenças (Murphy *et al.*, 2010).

### **1.2.1. Alergia**

As alergias correspondem a uma hipersensibilidade imunológica a antígenos do meio ambiente geralmente inofensivos, designados alérgenos. Os alérgenos mais comuns são o pólen, ácaros, pó, partículas de animais, fungos, substâncias químicas presentes em cosméticos e nos alimentos, assim como substâncias terapêuticas como antibióticos e vacinas. Esta hipersensibilidade pode levar a lesões de tecidos e órgãos, pela resposta exagerada do sistema imunitário ao alérgeno, que é semelhante a uma reação inflamatória mais agressiva (Arosa *et al.*, 2007; Murphy *et al.*, 2010).

As hipersensibilidades podem ser classificadas em quatro tipos: de tipo I, II e III, que são hipersensibilidades mediadas por anticorpos, e de tipo IV, hipersensibilidade mediada por linfócitos T (Murphy *et al.*, 2010). Podemos ainda distinguir entre hipersensibilidade imediata ou retardada (Seeley *et al.*, 2005).

#### *1.2.1.1. Hipersensibilidade imediata*

O desenvolvimento de uma hipersensibilidade imediata compreende duas fases: a fase de sensibilização e a fase de contacto secundário. A fase de sensibilização inicia-se com o primeiro contacto com o alérgeno, em que os anticorpos IgE o captam e ligam-se a mastócitos e basófilos. Estas células ficam marcadas e tornam-se sensibilizadas para esse alérgeno. Depois, a fase seguinte inicia-se com um segundo contacto com o alérgeno, em que os mastócitos e basófilos previamente sensibilizados atuam de imediato contra o mesmo, libertando histamina e outros mediadores inflamatórios que vão promover uma reação alérgica localizada, com produção excessiva de muco (Arosa *et al.*, 2007; Scanlon & Sanders, 2007). Este tipo de hipersensibilidade designa-se de hipersensibilidade imediata, uma vez que os sintomas surgem em poucos minutos após a exposição ao

alergénio e as alergias deste tipo mais comuns são as respiratórias, como asma e rinite, cutâneas, como urticária e eczema, e conjuntivites (Seeley *et al.*, 2005).

Por vezes, a reação alérgica mediada pelos anticorpos IgE não é localizada mas sim sistémica, o que pode implicar risco de vida (Seeley *et al.*, 2005). Desta forma, a histamina libertada pelos mastócitos sensibilizados é em maiores quantidades, o que causa uma drástica diminuição do volume sanguíneo. Assim, a pressão arterial diminui e pode ser fatal em poucos minutos. Uma das formas de subverter este problema é através de injeções de epinefrina, substância que consegue atrasar a progressão do choque anafilático por tempo suficiente para que o indivíduo consiga auxílio médico (Scanlon & Sanders, 2007).

#### *1.2.1.2. Hipersensibilidade retardada*

A hipersensibilidade retardada é mediada por células T, sem intervenção dos anticorpos, e pode desenvolver-se apenas 8 a 12 horas depois. Quando o alergénio é exposto a células T, estas são ativadas e produzem mediadores químicos que irão induzir a reação alérgica e atrair basófilos e monócitos ao local. Este tipo de hipersensibilidade pode trazer sequelas a longo prazo, tornando a inflamação alérgica crónica (de tipo IV), podendo trazer doenças muito mais sérias como a asma crónica (Murphy *et al.*, 2010).

Os tratamentos mais comuns na prática clínica para a alergia são a dessensibilização, através da injeção de antigénios específicos que restabelecem a tolerância ao alergénio, ou o bloqueio das vias efectoras, onde se usam inibidores específicos que bloqueiam os efeitos ou a síntese dos mediadores inflamatórios (Murphy *et al.*, 2010).

#### **1.2.2. Doença autoimune**

Como já referido, um sistema imunitário saudável consegue distinguir antigénios estranhos de auto antigénios e não reagir contra eles, havendo tolerância imunológica. No entanto, por vezes os mecanismos de tolerância falham e desenvolve-se autoimunidade, desencadeando doenças graves. Isto pode dever-se a defeitos genéticos no MHC, que leva a uma má seleção dos linfócitos T ou a partir de antigénios provenientes de patogénicos que conseguem levar os linfócitos a reagir a auto antigénios. Por outro lado, pode ainda haver patogénicos com antigénios muito semelhantes aos do organismo, confundido os mecanismos imunitários (Abbas *et al.*, 2012). Assim, as doenças autoimunes ocorrem

quando o organismo não consegue distinguir os auto antígenos dos antígenos estranhos, produzindo uma resposta imunitária que leva a uma inflamação crónica ou destruição dos tecidos (Seeley *et al.*, 2005).

Lúpus, artrite reumatoide, diabetes insulino-dependentes, esclerose múltipla, tireoidite de Hashimoto, miastenia *gravis* e doença de Graves são alguns exemplos de doenças autoimunes (Seeley *et al.*, 2005; Abbas *et al.*, 2012).

### **1.2.3. Imunodeficiência**

A imunodeficiência caracteriza-se por qualquer insuficiência ou deficiência em componentes do sistema imunitário que possam originar doenças graves, por vezes fatais. Normalmente, as imunodeficiências manifestam-se pela maior suscetibilidade dos indivíduos a agentes patogénicos e a certos tipos de neoplasias, como as provocadas por vírus oncogénicos, e a patologias autoimunes (Arosa *et al.*, 2007). A saúde do sistema imunitário depende de várias causas, por isso as imunodeficiências não são raras (Seeley *et al.*, 2005).

Pode-se classificar as imunodeficiências como primárias e secundárias. As imunodeficiências primárias são também denominadas imunodeficiências congénitas, e resultam de defeitos genéticos em componentes do sistema imunitário, manifestando-se desde cedo. Estes defeitos podem estar relacionados com a formação inadequada de linfócitos B e anticorpos, de linfócitos B e T, de células fagocíticas e de complemento. Apesar de a frequência de indivíduos com este tipo de imunodeficiência ser relativamente elevado, só uma pequena parte desenvolve doença.

Uma das imunodeficiências primárias mais graves é a doença de imunodeficiência combinada grave (SCID), na qual tanto os linfócitos B como T não se diferenciam. Nestes casos, a sobrevivência só é possível em meios completamente estéreis ou se o doente se submeter a um transplante de medula (Seeley *et al.*, 2005).

Já as imunodeficiências secundárias são as mais frequentes e resultam dos efeitos nocivos de outras doenças de outros órgãos e sistemas sobre o sistema imunitário. As causas mais comuns de imunodeficiência secundária são a idade, tanto em fases prematuras como extremas da vida, a malnutrição, traumas cirúrgicos e queimaduras, doenças metabólicas, infeções e algumas terapêuticas antineoplásicas e imunossupressoras (Seeley *et al.*, 2005; Arosa *et al.*, 2007).

A imunodeficiência secundária mais conhecida é a Síndrome de Imunodeficiência Adquirida (SIDA). Esta síndrome é causada pelo vírus da imunodeficiência humana (VIH) que tem a capacidade de estabelecer uma doença crónica com destruição lenta mas progressiva dos componentes do sistema imunitário. O VIH é um retrovírus, ou seja, possui RNA e para poder infetar uma célula humana necessita de recorrer à enzima transcriptase reversa, para transcrever o RNA para DNA. Desta forma, o vírus quando ativo passa a controlar alguns mecanismos celulares do hospedeiro, nomeadamente incapacitar o processo de apresentação de antígenos a linfócitos T, e replica-se. O sistema imunitário, ao tentar eliminar o vírus, produz anticorpos que ativam células T citotóxicas que matam as células infetadas. No entanto, como não tem a capacidade para o eliminar, ao longo da vida do indivíduo infetado as células T vão diminuindo e as células virais vão aumentando. Assim, infeções oportunistas, como pneumonia e tuberculose, podem provocar doenças neste estado imunodepressivo, assim como cancro (Seeley *et al.*, 2005).

### **1.3. Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doenças**

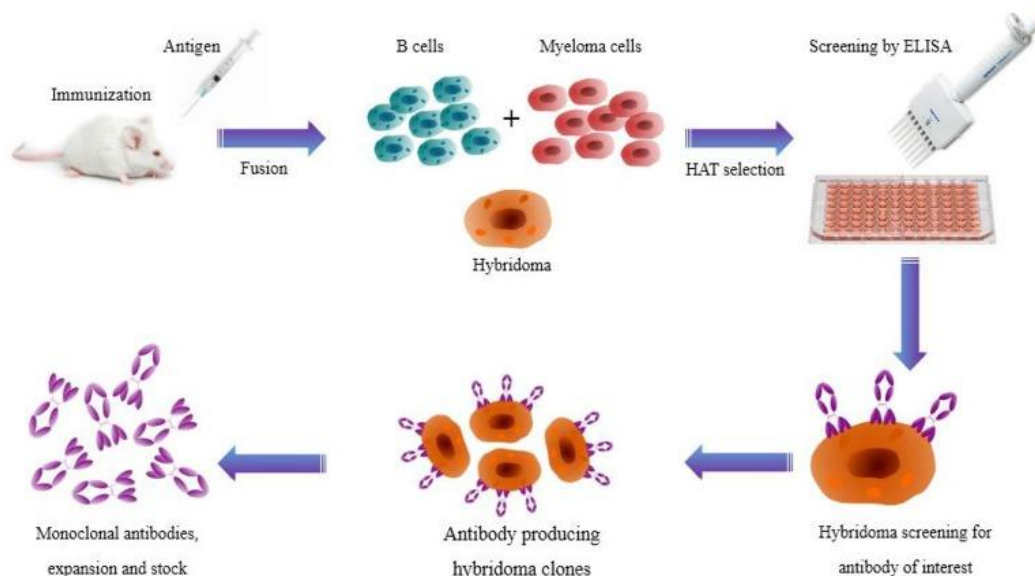
A biotecnologia é a maior área de conhecimento do século XXI e pode ser definida, de forma genérica, como qualquer técnica que utiliza organismos ou partes de organismos no sentido de obter produtos úteis a partir dos mesmos. Nas últimas décadas tem-se observado um enorme desenvolvimento biotecnológico, nomeadamente nas áreas da agricultura, do ambiente, da produção alimentar, mas também na saúde. Na medicina, a biotecnologia tem vindo a desenvolver novas terapias e curas para doenças humanas e animais, gerando produtos novos e inovadores como os antibióticos, vacinas e anticorpos monoclonais. Para além disso, tem ainda melhorado técnicas de diagnóstico de doenças, desenvolvendo testes de diagnóstico eficazes (Smith, 2009).

#### **1.3.1. Anticorpos**

Como já referido, os anticorpos são um dos principais atores da resposta imunitária adaptativa e a capacidade destas proteínas de se ligarem a um antígeno com um grau de afinidade e especificidade muito elevados fez com que, nas últimas décadas, se tenham tornado ferramentas fundamentais no diagnóstico e terapêutica de doenças (Lipman, Jackson, Trudel & Weis-Garcia, 2005).

Verificam-se diferentes tipos de anticorpos: anticorpos policlonais e monoclonais. Os anticorpos policlonais são os que participam na resposta imunitária adaptativa, e provêm de diferentes clones de linfócitos B ativados. A contaminação do organismo por um agente patogénico conduz naturalmente à produção destes anticorpos. Os anticorpos monoclonais, por sua vez, são produzidos apenas por um clone de linfócito B, o que lhes confere uma maior eficácia, já que são o grupo de anticorpos com mais especificidade para um epítipo (Lipman *et al.*, 2005). Desta forma, os anticorpos monoclonais apresentam vantagens no que toca ao desenvolvimento de técnicas de diagnóstico e terapêutica e são produzidos em quantidades industriais atualmente, dominando a indústria farmacêutica (Lourenço, 2012).

Para obter os anticorpos monoclonais em laboratório é necessário recorrer à tecnologia de hibridomas (Figura 7). A técnica inicia-se com a imunização de um animal, como um rato ou coelho, no qual é injetado um antígeno e, em resposta, haverá produção de linfócitos B e anticorpos específicos. O animal é sacrificado, o baço é retirado e os linfócitos B são incubados *in vitro*, onde ocorrerá a hibridação.



**Figura 7. Produção de anticorpos monoclonais.** Os anticorpos monoclonais são produzidos a partir da imunização de animais com um antígeno específico. As células B e células de mieloma são fundidas e depois selecionadas. A célula híbrida resultante produz os anticorpos de forma ilimitada (adaptado de Saeed, Wang, Ling & Wang, 2017).

A hibridação consiste na fusão de células produtoras de anticorpos, os linfócitos B, com uma linha de células tumorais não produtoras de anticorpos, mas de crescimento contínuo, células de mieloma. Assim, a célula híbrida resultante torna-se potencialmente imortal e produtora de anticorpos todos iguais e específicos

para um determinado epítopo do antígeno. Desta forma, é assegurada uma produção fácil e ilimitada de anticorpos monoclonais, de forma artificial e controlada, com inúmeras aplicações (Arosa *et al.*, 2007)

Os anticorpos monoclonais podem ser utilizados para fazer identificação de marcadores fenotípicos únicos para tipos celulares específicos, imunodiagnóstico, detecção de tumores, terapia e análise funcional de moléculas localizadas na superfície das células (Abbas *et al.*, 2012). Para além disso, podem ser utilizados em imunoterapia, conjugada com marcação radioativa na técnica de radioimunoterapia (RIT), terapia passiva, como já referida, no tratamento de determinadas doenças infecciosas virais, no tratamento de doenças autoimunes, na produção de antídotos para venenos e em pós-transplantações e excertos (Lipman *et al.*, 2005, Arosa *et al.*, 2007).

### **1.3.2. Antibióticos**

Os antibióticos são compostos antimicrobianos produzidos por microrganismos vivos que são utilizados para controlar doenças infecciosas (Smith, 2009). Estes podem ser considerados bactericidas, quando matam as bactérias, ou bacteriostáticos, quando apenas impedem o seu crescimento. Podem ser de largo espectro, conseguindo atingir um grande número de microrganismos, ou de pequeno espectro, sendo mais específicos para determinados patogénicos (Smith, 2009; Murphy *et al.*, 2010).

Desde a descoberta da penicilina, em 1928, por Alexander Fleming, até à sua produção em massa para ser utilizada como fármaco na Segunda Guerra Mundial, novos antibióticos foram descobertos. Desde então, têm sido utilizados extensivamente na medicina, mas também na agricultura e pecuária, em larga escala, para promover o crescimento dos animais (Murphy *et al.*, 2010).

Uma vez que as bactérias fazem parte de um reino muito diferente dos seus hospedeiros, muitos dos seus constituintes celulares são igualmente diferentes. São estas diferenças que permitem identificar antibióticos que inibem especialmente estes processos apenas em bactérias, sem afetar as células do hospedeiro. Muitos dos antibióticos utilizados para tratar infeções bacterianas são pequenas moléculas que inibem a síntese macromolecular nas bactérias, como por exemplo enzimas responsáveis pela síntese de parede celular, que o ser humano não possui. Desta forma, é possível manipular os microrganismos e obter antibióticos sintetizados

parcialmente em laboratório. No caso de fungos patogênicos e parasitas protozoários, enquanto eucariotas, não é fácil encontrar antibióticos que os eliminem. Assim, os medicamentos antifúngicos ou antiparasitas são menos efetivos e mais tóxicos do que os antibióticos, por serem menos específicos (Alberts *et al.*, 2002).

Apesar de os antibióticos atualmente continuarem a ter um papel principal no combate a doenças infecciosas, a resistência antibiótica é uma preocupação a nível mundial. Uma das causas para esta resistência pode partir de má prática médica, com prescrições inapropriadas de antibióticos para tratar infecções virais. Assim, é urgente que haja sensibilização a nível dos profissionais de saúde e da população em geral contra o uso indiscriminado destes biofármacos. Para além disso, nas últimas décadas as grandes indústrias farmacêuticas e biotecnológicas têm feito um desinvestimento crescente na descoberta de novos antibióticos, apesar de virem a ser necessários no futuro (Smith, 2009).

### **1.3.3. Bioconversão**

Para além dos anticorpos e antibióticos, muitos outros produtos têm sido desenvolvidos através de processos biotecnológicos. A bioconversão ou biotransformação é o processo de transformação de compostos químicos noutros produtos semelhantes, pela ação enzimática de microrganismos, de forma simples, célere e económica. A nível industrial, a bioconversão permite a produção de grandes substâncias de valor terapêutico tais como esteroides, vitaminas, vacinas, antibióticos, entre outras (Moreira, 2014).

Por vezes, pode confundir-se este processo com a fermentação. A grande diferença é que a fermentação ocorre a partir de fontes de nutrientes e de energia, com inúmeras etapas metabólicas, enquanto que na bioconversão há poucos passos reacionais entre o substrato e o produto gerado, para além de quimicamente estes serem muito semelhantes. Desta forma, a bioconversão apresenta algumas vantagens, tais como a produção rápida, pelo número diminuto de reações, e por isso é economicamente rentável; permite realizar transformações que seriam difíceis de efetuar ou economicamente desvantajosas pela via de síntese orgânica; e garante um aumento do grau de pureza e especificidade dos produtos. Neste contexto, a bioconversão tornou-se, nas últimas décadas, uma técnica bastante atrativa para produção de fármacos em larga escala. A indústria farmacêutica



classificou-a, ainda, como um processo “verde”, no sentido de promover a preservação ambiental pelo menor consumo de energia para uma produção rápida e com benefícios económicos (Ferrara, Siana & Bon, 2017). O processo de bioconversão a nível industrial ocorre em bioreatores, grandes tanques fechados que controlam as condições adequadas para que a atividade microbiana seja ótima (Kennes, 2018).

Como já referido, alguns dos produtos produzidos ou transformados são esteroides, prostaglandinas, insulina, vacinas, vitaminas, antibióticos, entre outros. Os antibióticos ganham especial destaque, uma vez que é possível criar, melhorar e modificar estes produtos para que tenham menor toxicidade, espectro de ação mais alargado e com menos efeitos de resistência ou alergias (Smitha, Singh & Singh, 2017).

## **2. Enquadramento da Unidade didática**

A proposta didática que corresponde à intervenção desenvolvida enquadra-se na disciplina de Biologia de 12.º ano, no âmbito da “Unidade 3 – Imunidade e Terapêutica de Doenças” e a sua planificação seguiu as orientações das Aprendizagens Essenciais da disciplina (Ministério da Educação, 2018), assim como algumas sugestões do Programa de Biologia de 12º ano (Ministério da Educação, 2004).

A disciplina de Biologia, enquanto disciplina optativa do ano terminal do ensino secundário, pretende que os alunos aprofundem os conhecimentos, capacidades e atitudes contemplados no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Ministério da Educação, 2017). Assim, é importante que os alunos ganhem uma formação científica que lhes permita viver em sociedade enquanto cidadãos conscientes, críticos e informados, que tomem decisões fundamentadas em relação a problemas que afetem a sociedade e o ambiente. Para além disso, os alunos quando terminam o secundário podem decidir a progressão dos estudos e essa decisão pode ser sustentada pelas aprendizagens feitas ao longo do ano, uma vez que têm possibilidade de a) compreender as metodologias de trabalho utilizadas por cientistas e investigadores, b) analisar episódios cruciais da história da Biologia; c) e compreender o valor prático do conhecimento científico na compreensão de problemáticas que afetam a qualidade de vida (Ministério da Educação, 2018).

Segundo as orientações das Aprendizagens Essenciais (Ministério da Educação, 2018), para que estas aprendizagens ocorram deve recorrer-se a exemplos de produtos e técnicas biotecnológicas e refletir sobre aspetos de natureza social, económica e ética que lhes são inerentes. Deve também integrar-se as componentes teórica e prática e recorrer a estratégias didáticas diversificadas e centradas nos alunos, como a experimentação, pesquisa e análise de informação, argumentação e o debate.

Ainda de acordo com este último documento, relativamente à unidade didática escolhida para a intervenção, os alunos devem aprender a:

- Interpretar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças;
- Explicar processos imunológicos (defesa específica/ não específicas; imunidade humoral/ celular, ativa/ passiva);
- Interpretar informação sobre processos de alergia, doença autoimune e imunodeficiência;
- Explicar a importância dos anticorpos monoclonais em processos de diagnóstico e terapêutica de doenças;

Ao longo do 12.º ano, as aprendizagens essenciais são concretizadas através da exploração de cinco domínios: reprodução e manipulação da fertilidade, património genético, imunidade e controlo de doenças, produção de alimentos e sustentabilidade, preservar e recuperar o ambiente.

Para a unidade escolhida para abordar na intervenção, do domínio “imunidade e controlo de doenças”, o objetivo é que os alunos aprendam sobre o sistema imunitário de uma perspetiva de promoção de saúde e bem-estar e que consigam responder à questão do programa da disciplina (Ministério da Educação, 2004, p. 25): “Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos ao nível do controlo de doenças?”. Para isso, os alunos deverão adquirir conhecimentos, capacidades e atitudes relacionados com a constituição do sistema imunitário e os tipos diferentes de imunidade que existem; algumas doenças e desequilíbrios do sistema imunitário; e o papel da biotecnologia no diagnóstico e tratamento dessas doenças. Assim, os alunos estão aptos para resolver as seguintes questões, também do programa (Ministério da Educação, 2004, p. 25):

- Em que medida a qualidade de vida dos seres humanos depende da capacidade que possuem para controlar as doenças?

– De que forma poderá o organismo humano defender-se das agressões externas?

– Que situações podem comprometer o funcionamento eficaz do sistema imunitário? Que implicações advêm para a saúde?

– De que modo a ciência e a tecnologia podem contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?

Durante a intervenção foram realizadas atividades para assegurar a aquisição das competências esperadas, com base na construção de tarefas investigativas. Estas seguiram, também, algumas das estratégias sugeridas acima, tais como a pesquisa e análise de informação, argumentação e debate, e experimentação.

Nas atividades investigativas, os alunos definem e desenvolvem as estratégias tendo em vista a resolução de um problema, partindo dos seus conhecimentos prévios acerca do mesmo (Kahn & O'Rourke, 2005). Em relação ao tema da Unidade didática, os alunos já tiveram contacto com alguns dos conceitos no último ano do 2.º e 3.º ciclos de ciências naturais. No 6.º ano, os alunos aprendem acerca de microrganismos patogénicos e dos mecanismos de defesa contra estes agentes agressores, referindo também a higiene na prevenção da doença. Para além disso, aprendem acerca dos constituintes do sangue, nomeadamente sobre o papel dos leucócitos na defesa do organismo (Bonito *et al.*, 2013). No 9.º ano, é novamente abordada a constituição do sangue, da linfa e respetivo sistema linfático, relacionando-os com o sistema imunitário. Para além disso, os alunos aprendem sobre a importância da saúde individual e comunitária na qualidade de vida, referindo doenças infecciosas, agentes patogénicos e o papel da tecnologia na promoção de saúde (Bonito *et al.*, 2014). No 10.º ano de biologia, os alunos voltam a abordar os fluidos circulantes nos animais (Silva *et al.*, 2001).

Em suma, é possível abordar a Unidade 3 a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, identificando as necessidades de aprendizagem e estimulando o interesse para a mesma através de tarefas que os encorajam a aprofundar o conhecimento sobre o tema. Os conceitos deverão ser abordados e compreendidos tendo em vista a progressão de estudos, que servirão de base à sua formação científica, em simultâneo, a literacia científica e cidadania ativa, nomeadamente a educação para a saúde (Chagas, 2000). Neste caso, e como já referido, é importante que os alunos se tornem conscientes acerca da saúde individual, mas também

comunitária, compreendendo os mecanismos que a promovem e também as desregulações que podem ser obstáculos à homeostase.

### 3. Intervenção didática

A proposta didática corresponde à intervenção que decorreu entre os dias 29 de abril e 29 de maio, ao longo de 9 aulas de 90 minutos, sendo cinco delas dadas com a turma dividida em turnos de dez (T1) e nove alunos (T2), como representado no quadro 2. As aulas decorreram à segunda-feira, em turnos das 13h30 às 15h00 e das 15h15 às 16h45, e à quarta-feira, das 15h15 às 16h45.

<b>2ª feira</b> T1 13h30-15h00 T2 15h00-16h45	29/04 Atividade laboratorial	6/05	13/05	20/05	27/05
<b>4ª feira</b> T1/T2 15h00-16h45	1/05 FERIADO	8/05	15/05	22/05 Debate – <i>Role play</i>	29/05 Apresentação dos trabalhos

**Quadro 2.** Calendarização das aulas previstas para a unidade didática (a cinzento).

Como já referido, a intervenção didática (Quadro 3) foi planificada e organizada tendo em consideração as orientações curriculares, a planificação anual da disciplina (Anexo 1), assim como as orientações do professor cooperante em relação às atividades a propor aos alunos e a avaliação das mesmas (Apêndices A).

No sentido de responder às questões-problemas iniciais da investigação, assim como de promover uma aprendizagem significativa sobre o sistema imunitário e controlo de doenças de forma motivada, a unidade de ensino foi abordada a partir da realização de atividades investigativas, com diferentes tarefas a realizar em grupos de 3 a 4 alunos. Neste contexto, foi proposto aos alunos desenvolver uma atividade investigativa que respondesse à questão “Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos ao nível do controlo de doenças?”.

As tarefas de investigação podem incluir diferentes fases durante uma aula, que correspondem à introdução da tarefa, ao desenvolvimento do trabalho e discussão final do mesmo (Ponte, Matos & Abrantes, 1998a). As atividades investigativas propostas têm por base o Modelo dos 5 E’s (Bybee *et al.*, 2006), que inclui cinco fases distintas: envolvimento (*engage*), exploração (*explore*), explicação (*explain*), elaboração (*elaborate*) e avaliação (*evaluate*).

Na fase de envolvimento, inicialmente, a Unidade foi apresentada a partir de uma breve discussão com a turma, para se compreender os conhecimentos prévios acerca da temática, e também para que os alunos fossem motivados para o estudo do sistema imunológico.

Aula	Atividades
Aulas 1 e 2	<i>Engage</i> – Apresentação da Unidade 3: discussão, visualização de vídeos.
	<i>Explore</i> – Planificação de aula laboratorial, do tipo experimental: “Mãos limpas, corpo saudável?” – Início de atividade de pesquisa e sensibilização acerca de doenças infecciosas.
Aulas 3 e 4	Aula laboratorial: Mãos limpas, corpo saudável? Pesquisa bibliográfica acerca de doenças infecciosas.
Aulas 5 e 6	– Conclusão da atividade “Mãos limpas, corpo saudável?” – Apresentação das atividades: – atividade de pesquisa – Como podem a ciência e tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos? – atividade de debate em <i>role play</i> – Prós e Contras: biotecnologia no tratamento de desequilíbrios imunológicos. Escolha e atribuição das personagens.
Aulas 7 e 8	– Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
Aulas 9 e 10	– Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
Aulas 11 e 12	– Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
Aulas 13 e 14	<i>Explain</i> – Atividade de debate em <i>role play</i> .
Aulas 15 e 16	<i>Elaborate</i> – Seleção e síntese da informação recolhida, organização da apresentação do trabalho final.
Aulas 17 e 18	<i>Evaluate</i> – Apresentação dos trabalhos finais: caracterização da temática e principais conclusões e aprendizagens resultantes da atividade de debate e da pesquisa anterior, em formato à escolha dos alunos.
Aulas 19 e 20	Balanço final do trabalho realizado ao longo da Unidade: auto e coavaliação.

**Quadro 3.** Esquema organizador da sequência didática prevista para a intervenção.

Foi distribuído um guião por aluno (Apêndice B) para orientar e organizar todas as tarefas propostas, discriminando a calendarização e ordem das mesmas, os critérios de avaliação, conceitos a aprender e algumas sugestões de fontes bibliográficas que os alunos podiam consultar para enriquecer as suas pesquisas.

No final da unidade, os alunos criam um portfólio, constituído pela coleção organizada dos trabalhos produzidos pelos alunos ao longo de toda a Unidade, de forma a que se tenha uma visão do trabalho realizado e do desenvolvimento dos alunos em diferentes componentes relevantes (Domingos & Fernandes, 1993, citado em Leite, 2000). Apesar de o portfólio ser organizador para as diferentes etapas das atividades, e funcionar como um elemento de avaliação, este tem de ser criado de forma criativa, num formato à escolha dos alunos, que possa ser partilhado com a comunidade.

Assim, tendo por base o guião do aluno, a professora explica a finalidade da atividade, fornece as instruções necessárias e explica os critérios de avaliação, ou seja, o que se quer que os alunos atinjam, como recomendado por Reis (2011). As instruções devem ser claras e concisas, caso contrário o trabalho dos alunos não é produtivo, criando-se um ambiente de confusão e desmotivação crescente (Reis, 2011).

Para além do guião do aluno, todas as informações relativas à realização das tarefas são disponibilizadas na plataforma *Edmodo*<sup>2</sup>, incluindo critérios de avaliação e questionários de autoavaliação e coavaliação.

Depois, como primeira tarefa propõe-se que os alunos planifiquem uma atividade experimental, que será descrita mais à frente.

Na fase de exploração, em grupo, os alunos realizam pesquisa bibliográfica e organizam a informação recolhida acerca de diferentes doenças, alergias e imunodeficiência, como acerca da terapêutica associada a estes distúrbios. Por outro lado, de forma individual, os alunos preparam a sua argumentação para uma atividade de debate em *role play* acerca da importância da biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doenças, tendo em conta uma personagem que foi atribuída a cada um.

Na fase de explicação, decorre a atividade de *role play*, onde os alunos discutem e partilham a informação selecionada, mas também adquirem competências essenciais, nomeadamente de comunicação e argumentação.

Na fase de elaboração, os alunos sintetizam a informação considerada relevante resultante do debate, de forma a poderem-na colocar no portfólio e de forma a ser partilhada com a comunidade. Para além disso, é nesta fase que todas

---

<sup>2</sup> [Edmodo](#)

as tarefas convergem e, por isso, no produto final deve constar a síntese de toda a pesquisa, feita ao longo da unidade, incluindo os argumentos retirados do debate, da pesquisa bibliográfica, assim como uma página referente às conclusões da atividade experimental. Deve ser criado como se fosse para os *media*, nomeadamente como artigo de jornal ou revista, em papel ou em forma digital, e os alunos têm liberdade criativa para adicionar os elementos que pretenderem, tais como recorrer a entrevistas a pessoas portadoras de uma das doenças investigada, a investigadores na área da saúde e biotecnologia, informação de centros de saúde, etc.

No final da unidade, os alunos devem ser avaliados pela análise e discussão dos produtos finais, assim como o seu desempenho e competências adquiridas devem ser avaliados através de observação direta da professora, mas também dos elementos de auto e heteroavaliação realizados por eles (Reis, 2011). Esta fase, então, corresponde à apresentação e compilação de todo o trabalho realizado e à criação do produto final que encerra a unidade. Para além da avaliação dos produtos finais, é necessário proporcionar um momento em que os alunos reflitam sobre as aprendizagens realizadas, as dificuldades e a própria atividade (Leite, 2000). Assim, no final da unidade, é feita uma breve síntese dos assuntos abordados, num balanço final da Unidade, para que haja um momento de reflexão da parte dos alunos, onde estes indicam as dificuldades que sentiram na resolução das tarefas, ao trabalharem de forma colaborativa, e dão a sua opinião, seguindo sempre *feedback* da parte da professora. Para além disso, procedem à auto e coavaliação do trabalho realizado em grupo e individual ao longo de toda a Unidade. As classificações dos alunos são disponibilizadas na plataforma *Edmodo*.

Para proceder à avaliação das aprendizagens ao longo de toda a Unidade foram aplicados diversos instrumentos de avaliação (Apêndices C).

### **3.1. Atividades**

Todas as atividades descritas nesta secção foram implementadas em aulas centradas no aluno e não na professora. Por isso, a docente deve ter uma postura interrogativa (Baptista & Freire, 2006), no sentido de orientar e inquirir os alunos, que detêm um papel mais dinâmico e autónomo na aprendizagem, circulando pela sala de aula, dando *feedback* e tirando dúvidas a cada um. No início de cada aula, é importante que se discuta com cada grupo de trabalho as suas ideias, para

compreender em que ponto da aprendizagem estão e poder ser feito um acompanhamento constante e eficiente, e para que não haja dúvidas por esclarecer.

As atividades de investigação implicam também uma grande mudança de comportamentos por parte do professor. Este deixa de ter controlo sobre as respostas, sobre os métodos aplicados pelos alunos, bem como, sobre o próprio conteúdo da aula. No entanto, continua a ter um papel central na orientação das atividades. A abordagem deixa de ser a de debitar conhecimento e passa por ser mais a de orientar e inquirir os alunos, que assumem um papel mais dinâmico na sua aprendizagem.

### **3.1.1. Atividade laboratorial**

A atividade prática de cariz investigativo que se segue é uma atividade laboratorial, do tipo experimental e está dividida em três momentos, que correspondem à introdução das tarefas, ao desenvolvimento do trabalho e discussão final do mesmo. Os alunos partem de uma problemática, nomeadamente acerca da relação da eficiência da higienização na quantidade de microrganismos presentes nas mãos e/ou em objetos do quotidiano, para que consigam definir uma questão-problema. Para isso, a atividade inclui a formulação de hipóteses e a definição de um plano de trabalho.

Num primeiro momento, para a preparação da atividade, começa-se por introduzir o problema, tendo em vista aumentar a motivação dos alunos para esta tarefa em questão, como para toda a atividade a desenvolver durante a Unidade 3. Para isso, é feita uma breve discussão para compreender o que os alunos sabem acerca do sistema imunitário, recorrendo à visualização dos vídeos “*What happens if all bacteria disappears?*”<sup>3</sup> e “*What if Bacteria Became Antibiotic Resistant?*”<sup>4</sup>, que propõe uma dualidade para a relevância dos microrganismos na nossa saúde e que funciona como o mote para a atividade laboratorial. A discussão deve ser orientada de forma a que os alunos possam chegar a uma questão-problema central, como por exemplo “qual a importância da higienização das mãos na nossa saúde imunológica?”.

Segue-se a preparação e definição do plano de trabalho, em que os grupos devem determinar o que querem investigar durante a atividade laboratorial,

---

<sup>3</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=Bh\\_2hXZGIS8](https://www.youtube.com/watch?v=Bh_2hXZGIS8)

<sup>4</sup> <https://insh.world/science/what-if-bacteria-became-antibiotic-resistant/>



preenchendo o guião do aluno, criado para o efeito. Nele, têm de especificar o que querem investigar, de que forma o querem fazer, assim como os materiais a utilizar.

Depois de a professora dar *feedback* acerca dos planos de cada grupo, segue-se a atividade laboratorial. Esta consiste na inoculação de placas de Petri, previamente preparadas pela professora, em que os grupos devem realizar diferentes inoculações a partir de diferentes objetos de uso corrente para que se faça a posterior observação de culturas de microrganismos e se estabeleçam relações e se tirem conclusões.

Esta observação e análise é feita na aula seguinte, com os grupos a proceder à contagem de UFC (Unidades Formadoras de Colónias), comparando resultados entre todos os grupos. Se necessário, devem recorrer a trabalho de pesquisa de forma a entenderem melhor os resultados e justificarem as suas conclusões. Posteriormente, os alunos devem discutir em grupo formas de dinamizar uma ação de sensibilização acerca da problemática investigada, partilhando os resultados obtidos, que devem adicionar ao trabalho final da unidade.

Assim, os alunos realizam uma atividade prática de cariz laboratorial e investigativo, relacionando os conteúdos conceituais que devem aprender com a questão-problema. Para além disso, adquirem competências transversais e (re)constróem o próprio conhecimento, sem seguir uma “receita”. A partir da questão problema sugerida, não é suposto que os alunos apenas consigam manipular os materiais de laboratório e procedam a uma contagem precisa de UFCs, mas é suposto que consigam refletir e criar relações entre a existência de microrganismos em objetos de uso diários e/ou nas próprias mãos, higienizadas ou não, e como isso pode influenciar a saúde individual e pública. Afinal, de acordo com Galvão *et al.* (2006), as atividades experimentais têm várias finalidades, como demonstrar e comprovar certos conceitos ou, numa linha mais investigativa, como compreender alguns passos inerentes ao processo de fazer ciência. O professor deve optar pela que melhor se adapta aos seus objetivos.

Como esta atividade é investigativa, é utilizado o relatório tradicional como instrumento de avaliação. Nele, o aluno descreve tudo o que teve de fazer para resolver o problema que se propôs a resolver, como um cientista que divulga a sua investigação. No entanto, no relatório só se apresenta o produto final e não o processo, que é mais importante, pelo que também se usou uma grelha de

observação para complementar a informação obtida no relatório (Tamir, 1990, citado em Leite, 2000).

### **3.1.2. Atividades de pesquisa**

Uma das tarefas a realizar pelos alunos é igualmente apresentada na primeira aula e parte da questão-problema central. O objetivo é que cada grupo de alunos elabore breves pesquisas bibliográficas acerca de um desequilíbrio imunológico e os seus respetivos tratamentos, nomeadamente os que foram desenvolvidos através da biotecnologia e manipulação genética.

Numa primeira tarefa, no seguimento da atividade experimental, é proposto que os alunos realizem uma breve pesquisa bibliográfica acerca de uma doença provocada por agentes patogénicos, tendo em conta a sua etiologia, contexto histórico se for relevante, forma de transmissão, sintomas e consequências para o organismo. A informação recolhida deve ser apresentada de forma a que possa ser utilizada como sensibilização para a importância da higienização na saúde, criando uma ponte entre os resultados da atividade experimental e a pesquisa bibliográfica.

Numa segunda tarefa realizam uma nova pesquisa bibliográfica, relacionada com doenças autoimunes, alergias e imunodeficiência. Apesar de os alunos terem abertura para sugerir e escolher um distúrbio, já que é importante os alunos escolherem temas aliciantes para os manter motivados (Reis, 2011), algumas temáticas são sugeridas pela professora, tendo em conta exemplos sugeridos no programa da disciplina (Ministério da Educação, 2004).

Através destas pesquisas, espera-se que os alunos consigam reforçar a sua autonomia, já que a professora apenas vai ter um papel orientador de todo o processo. O grau de orientação depende do desenvolvimento de certas competências básicas dos alunos ao longo da atividade. No final, é suposto que os alunos alcancem os objetivos, que passam pelo desenvolvimento de capacidades de pesquisa, análise, organização e avaliação crítica da mesma informação, a partir de fontes diversas. Toda a informação recolhida deve ser partilhada com a turma (através do *Edmodo*), para que todos os alunos tenham acesso aos produtos finais dos colegas, e consigam compreender a importância dos mecanismos do sistema imunitário na qualidade de vida dos seres humanos, assim como reconhecer algumas técnicas de diagnóstico e terapêutica que contribuem para o equilíbrio e manutenção da imunidade.

Esta pesquisa serve também como suporte para a argumentação a ser feita na atividade de *role play*, que se discrimina a seguir, assim como será compilada no portfólio, que serve de instrumento de avaliação essencial.

### **3.1.3. Atividade de debate em *role play***

Alguns dos objetivos descritos no Programa da disciplina de Biologia de 12.º ano (2004, p. 5) são:

- Aplicar estratégias pessoais na resolução de situações problemáticas, o que inclui a formulação de hipóteses, o planeamento e a realização de atividades de natureza investigativa, a sistematização e a análise de resultados, assim como a discussão dessas estratégias e dos resultados obtidos.

- Ponderar argumentos de natureza diversa, sendo capaz de diferenciar pontos de vista e de distinguir explicações científicas de não científicas, com vista a posicionar-se face a controvérsias sociais que envolvam conceitos de Biologia ou Biotecnologia.

- Construir valores e atitudes conducentes à tomada de decisões fundamentadas relativas a problemas que envolvam interações CTSA.

- Compreender que os processos de investigação em Biologia e Biotecnologia são influenciados pelos problemas que afetam as sociedades em cada momento histórico, assim como pelos seus interesses de natureza política, económica e/ou axiológica.

Assim, a discussão orientada e debate são as estratégias propostas para que os alunos os alcancem, e que também são sugeridas no programa e, mais recentemente, nas orientações dadas nas Aprendizagens Essenciais (2018). Como já referido, a argumentação e comunicação são importantes na aprendizagem em ciências, assim como estratégias que envolvam os alunos e os motivem a aprender ciência. Desta forma, o *role play* reúne o desenvolvimento das mesmas competências de comunicação, assim como de raciocínio e no domínio das atitudes (Galvão *et al.*, 2011).

A presente atividade é um debate em *role play*, já que os alunos discutem questões a partir de três pontos de vista diferentes: dando argumentos a favor, contra, e de forma neutra, para enriquecer o debate com elementos científicos relevantes. Como já referido, a atividade é apresentada na segunda aula da Unidade, através do guião do aluno, procedendo-se à escolha e atribuição de personagens,

com cada aluno a representar um papel diferente. O objetivo, ao contrário das restantes atividades realizadas com a turma dividida em seis grupos de alunos, é permitir a avaliação individual de cada elemento, por isso atribui-se um papel distinto a cada aluno. Ainda assim, cada grupo de alunos terá obrigatoriamente um elemento responsável por dar argumentos contra, a favor e de forma neutra, para que os grupos sejam heterogéneos.

Assim, a problemática associada à simulação é um “Prós & Contras”, assemelhando-se à versão televisiva, em que se discutem tratamentos para algumas doenças entre especialistas de diferentes áreas, como discriminado no quadro 4.

Contra	A favor	Neutro
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especialista em Medicinas Alternativas</li> <li>- Membro de Congregação religiosa</li> <li>- Agricultor (agricultura biológica)</li> <li>- Ativista dos Direitos Humanos</li> <li>- Ativista dos Direitos animais</li> <li>- Doente oncológico/ auto-imune/imunodepressivo</li> <li>- Membro de movimento antivacina português</li> <li>- Professor Universitário – área do desenvolvimento sustentável e ordenamento do território</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigador em Microbiologia</li> <li>- Médico imunologista – membro da Sociedade Portuguesa de Imunologia</li> <li>- Investigador da indústria de biotecnologia farmacêutica</li> <li>- Investigador da área da biotecnologia – OGM's na indústria alimentar – animais e plantas</li> <li>- Empresário da agropecuária</li> <li>- Doente oncológico/ auto-imune/imunodepressivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representante da Ordem dos Médicos</li> <li>- Representante da Ordem dos Biólogos</li> <li>- Jurista – Especialista em Direito das Ciências da Vida</li> <li>- Antropólogo/Historiador/Sociólogo</li> <li>- Presidente de Associação de Consumidores</li> <li>- Representante da Comissão de Ética para a Saúde</li> </ul>

**Quadro 4.** Personagens a atribuir a cada um dos alunos para o debate em *role play*.

A atividade compreende duas tarefas diferentes. Cada aluno deve recolher e analisar informação para organizar a sua argumentação, utilizando fontes na internet que serão sugeridas pela professora. Posteriormente, cada aluno deve redigir uma página que resume o contributo da sua personagem para o debate, com os pontos-chave mais relevantes. O *role play* é moderado pela professora, com recurso a audiovisuais sempre que se achar pertinente e a notícias recentes acerca de questões controversas relacionadas com a temática. Relacionar as notícias vinculadas pela comunicação social acerca de questões que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, contribui para que os alunos compreendam a interação entre ciência e sociedade (Galvão *et al.*, 2006).

Depois da atividade, os alunos devem atualizar o primeiro resumo individual e redigir as conclusões mais importantes. Por fim, para que se relacione com todas as atividades realizadas até então, pede-se aos alunos que adicionem elementos

relevantes, tanto do debate como das pesquisas realizadas, para juntar ao trabalho final da Unidade.

### **3.2. Descrição das aulas**

O próximo segmento apresenta as descrições das aulas lecionadas, planificadas como demonstrado no Apêndice A. As descrições dos momentos de aula serão acompanhadas de uma breve reflexão sobre a mesma, assim serão definidos o sumário, os objetivos e competências a desenvolver, recursos e instrumentos de avaliação utilizados.

#### **Aula 1**

A primeira aula iniciou-se com esclarecimentos de dúvidas a alunos que não compareceram na aula anterior, acerca do balanço que havia sido feito pelo professor cooperante sobre o trabalho realizado durante o segundo período e sobre as alterações aos grupos de trabalho. Depois, os alunos ocuparam as bancadas do laboratório por grupos e procedeu-se ao registo do sumário da aula (Apêndice A1).

De seguida, iniciou-se uma discussão com os alunos acerca do sistema imunitário, em que apenas os convidei a conversar sobre doenças, para compreender o que já sabiam sobre a temática, uma vez que já tinha sido referida brevemente no final do 2.º e 3.º ciclos. Comecei por pedir aos alunos para enumerar algumas doenças que conheciam, e em ambos os turnos uma das respostas foi "febre", o que deu início a uma nova questão que remetia para as respostas do sistema imunitário e como isso se relacionava com os sintomas e a cura da doença. Todos os conceitos apontados pelos alunos foram escritos no quadro e divididos em doenças, sintomas, causas e possíveis soluções.

Focando a discussão nas bactérias enquanto causa mais comum e os antibióticos enquanto uma das soluções mais utilizadas atualmente, questionei os alunos acerca da possibilidade de os antibióticos deixarem de ser eficientes e as consequências que daí adviriam. Para que pudessem refletir sobre o tema, foi apresentado um vídeo (*"What If Bacteria Became Antibiotic Resistant?"*) sobre a resistência bacteriana aos antibióticos. A turma mostrou-se interessada e surgiram muitas dúvidas depois do visionamento do vídeo, que levantava muitas outras questões que seriam abordadas mais à frente, nas aulas seguintes. Alguns alunos

partilharam curiosidades que aprenderam no âmbito de visitas e atividades organizadas pela escola.

Neste seguimento, utilizando a curiosidade e as variadas questões dos alunos que surgiram com a discussão, foi pedido a cada grupo que registasse numa folha uma questão (Anexo 2) que ainda não tinha sido feita mas que queriam ver respondida até ao final da unidade, o que se revelou uma tarefa complicada para alguns grupos, que queriam registar várias questões. Depois, foram distribuídos e entregues os guiões do aluno referentes à atividade 1. A unidade 3 foi, assim, introduzida, a partir das questões chave que os alunos deveriam conseguir responder no final da intervenção, definidas pelo programa da disciplina, assim como alguns conceitos que deveriam compreender (Apêndice B1).

As indicações da atividade 1, no guião (Apêndice B2), foram lidas e explicadas aos alunos, para que procedessem à planificação de uma atividade experimental que pudesse demonstrar a ubiquidade dos microrganismos e como isso poderia ter influência na saúde individual e comunitária.

Na segunda parte da aula, os alunos fizeram um rascunho da planificação da atividade experimental, definindo o problema a investigar, as hipóteses, materiais a utilizar e procedimento. Foi ainda apresentada a segunda parte da atividade, que envolvia um trabalho de pesquisa acerca de uma doença infecciosa.

### **Reflexão**

Antes da primeira aula inteiramente à minha responsabilidade estava num autêntico frenesim. A preocupação de ter os materiais todos prontos, a criação de cenários desastrosos que incluíam eu perder a fala em frente aos alunos ou deixar de saber os conteúdos que tinha revisto várias vezes, durante semanas, deixou-me mais ansiosa, mas também receosa de começar a intervenção. No entanto, no momento em que entrei no laboratório e o professor cooperante me permitiu tomar conta da aula, o nervosismo desapareceu por completo e senti que poderia fazer aquilo por muito tempo.

Ter começado a aula com uma discussão com a turma e utilizar audiovisuais ajudou a captar a atenção dos alunos, mas também permitiu que eu me sentisse mais à vontade com eles e vice-versa. Os alunos responderam a todas as questões propostas e permaneceram participativos e recetivos, exceto quando apresentei as atividades através do guião. Nesse momento, notei que a atenção da turma, em

ambos os turnos, não se centrou em mim, mas sim na conversa entre grupos, sobre o que iriam fazer mesmo antes de eu o ter explicado de forma clara.

Contudo, houve alguns desvios na planificação da aula, já que tinha previsto mostrar dois vídeos aos alunos e que, no seguimento da discussão, deixou de fazer sentido mostrar um deles. Para além disso, horas antes de entrar na aula, tive a ideia de distribuir um *post-it* por cada grupo para que registassem uma questão sobre o sistema imunitário, que não estava prevista, mas que resultou muito bem e os alunos criaram questões pertinentes e interessantes.

Senti algumas dificuldades em definir as problemáticas a investigar com alguns grupos, numa tentativa de que todos os grupos tivessem temas diferentes, e em aulas futuras talvez deva dar mais tempo para que os elementos dos grupos discutam entre si antes de intervir. Notei também que os alunos sentiram dificuldade em compreender todas as etapas da atividade, como a relação entre a atividade experimental com a atividade de pesquisa. Tive receio que a motivação inicial desaparecesse pela quantidade de trabalho proposto para as próximas três aulas, o que não aconteceu. Na verdade, alguns grupos surpreenderam-me pela criatividade nas suas planificações, assim como pela cooperação entre os grupos recém-formados.

Em suma, enquanto primeira aula, penso que o balanço seja positivo, já que consegui atingir os objetivos previstos e principalmente por ter conseguido gerir o tempo e ter tentado comunicar da melhor forma, tentando motivar e orientar os alunos em todas as etapas do trabalho proposto. No final da aula, a preparação do material para a aula seguinte manteve-me na escola durante mais algumas horas, mas, entretanto, tinha-me saído um peso de cima dos ombros e preparei tudo com um interesse renovado. Estava finalmente motivada e ansiosa, de forma positiva, para a próxima aula.

## **Aula 2**

Na segunda aula realizou-se a atividade experimental, a partir das planificações que os grupos criaram na aula anterior (Apêndice A2). Enquanto os alunos entravam no laboratório e vestiam as batas, foi registado o sumário. Alguns alunos não tinham trazido bata e procuraram por batas no laboratório de química, já que não poderiam realizar a experiência sem elas. Alguns alunos também se

esqueceram do material que tinham concordado necessitar para a atividade planeada, mas rapidamente os colegas de outros grupos cederam algum do material.

O material cedido por mim, comum a todas as planificações e que todos os grupos precisariam foi distribuído pelas bancadas e os alunos depressa perguntaram se podiam começar a atividade. Antes que o pudessem fazer, foi feita uma pequena demonstração de como fazer uma inoculação em condições de assepsia, chamando também à atenção para a limpeza das bancadas e outras regras básicas a reter num laboratório, e referiu-se o procedimento da preparação das placas com meio de cultura, já que os alunos não o iriam preparar porque não havia tempo para o fazer. No final da inoculação, os alunos deveriam colocar as placas na estufa, à temperatura de 28-30°C e um aluno questionou por que razão a temperatura não era mais elevada, semelhante ao corpo humano. Tentei responder-lhe com outra questão, e o professor cooperante interveio de igual forma, para que compreendesse de que não queríamos formar colónias de patogénicos potencialmente perigosos.

Foram dados cerca de 40 minutos para que os alunos realizassem as inoculações. Depois, na segunda parte da aula, os grupos deveriam começar a pesquisa relacionada com a doença infecciosa. No geral, os alunos fizeram uma boa gestão do tempo, principalmente no primeiro turno, que realizou as inoculações rapidamente. No segundo turno, a inoculação demorou metade do tempo de aula e houve alguns grupos com menos cuidados ao nível da técnica e rigor no processo, incluindo um aluno que se sentou em cima da bancada para fazer a inoculação. Tive de o chamar à atenção para a sua postura no laboratório e até os colegas de grupo reforçaram a ideia.

Durante a pesquisa acerca das doenças infecciosas, os grupos discutiram os temas escolhidos, havendo mesmo um grupo que já tinha terminado a pesquisa durante o fim de semana. Dois grupos tinham o mesmo tema, mas depressa os alunos encontraram uma solução, avaliando qual dos grupos já estava mais avançado na pesquisa. No final da aula, os temas estavam decididos:

Grupo 1 – Herpes labial;

Grupo 2 – Síndrome respiratória aguda grave;

Grupo 3 – Sarampo;

Grupo 4 – Mononucleose;

Grupo 5 – Malária;

Grupo 6 – Gripe sazonal;



Os critérios de avaliação da atividade (Apêndice C1) foram colocados na plataforma *Edmodo* e alguns alunos foram chamados à atenção para intervirem mais na mesma, e terem atenção às notificações, durante a semana.

### **Reflexão**

Tratando-se de uma atividade experimental, implicou mais preparação do que estava à espera. Durante a planificação da aula, a maior dificuldade sentida foi adaptar o material existente no laboratório à atividade idealizada, como a quantidade reduzida de placas de Petri disponíveis para o número de variáveis que os alunos poderiam manipular. Para além disso, a preparação das placas foi morosa e, caso não me tivesse sido cedido meio de cultura já preparado, este tempo duplicaria.

Enquanto atividade laboratorial, foi necessário que estivesse no laboratório com alguma antecedência para preparar todos os materiais, para que nada falhasse. No entanto, grande parte do material não estava disponível, não havia funcionários presentes e o professor cooperante, exceccionalmente, iria chegar atrasado, pelo que tive de improvisar. Ainda durante a parte experimental da aula nem tudo correu como previsto, havendo lamparinas inutilizadas e estufas que não regulavam a temperatura pretendida. A saga do material só terminou no final da aula do segundo turno, depois de ter dispensado os alunos e, enquanto decidia se colocava uma das placas de demonstração também na estufa, para mostrar a contaminação, a tampa caiu no chão e partiu-se em estilhaços.

No desenvolvimento da aula, principalmente no primeiro turno, noto que me esqueci de alguns pormenores importantes, como distribuir os guiões pelos alunos que tinham faltado na aula anterior, onde o professor cooperante se tornou uma grande ajuda, estando sempre um passo à frente e tendo uma visão diferente do que acontecia na aula. A minha atenção focou-se na técnica de inoculação nos grupos, nas dúvidas e na falta de material de que alguns se queixaram. Na verdade, muitos deles queixaram-se das poucas placas de Petri que tinham disponíveis, mas não havia suficientes para toda a turma. Foi uma desvantagem e acredito que todos teriam criado planificações mais ricas se tivessem mais material.

Ainda assim, apesar dos percalços e do início atribulado sem o professor e sem algum material, não senti qualquer nervosismo. Os objetivos foram cumpridos e as experiências decorreram sem problemas, com os alunos a efetuar o que haviam

planeado. Notei também diferenças significativas entre ambos os turnos, tentando corrigir as minhas falhas de atenção na segunda aula, tentando não repetir os mesmos erros.

Durante a aula fui registando alguns comportamentos individuais dos alunos e anotando alguns comentários que ouvia, aqui e ali. No início da aula uma das alunas que faz parte de um dos grupos recém-formados, vestiu a bata e perguntou de imediato "Podemos começar? Estou entusiasmadíssima e isso já não acontecia há algum tempo, oh *stora*.", o que me motivou. Um dos grupos também perguntou se havia alguma placa de Petri extra para que pudessem fazer uma "experiência pessoal, só por curiosidade", inoculando o meio a partir de um ecrã de telemóvel. Cedi-lhes a placa de Petri e pensei que estaria a fazer alguma coisa bem, já que havia interesse nos alunos e, principalmente, a atividade era facilmente adaptável à realidade deles.

Por fim, também foi motivador que os alunos me tivessem procurado enquanto professora para tirar dúvidas, mesmo que o professor cooperante estivesse presente, e foram-me pedindo *feedback* do que estavam a fazer. "Acha que o nosso trabalho é interessante?". No final, uma das alunas do segundo turno ficou mais algum tempo para me fazer uma questão, que "não tem nada a ver com a aula, mas é por curiosidade", revelando uma boa relação entre mim e a turma. Para além disso, com curiosidade da parte dos alunos, que me motiva, as próximas aulas têm tudo para correr bem.

### **Aula 3**

A terceira aula foi iniciada com os alunos a irem buscar as placas de Petri à estufa, para que vissem os resultados e pudessem discuti-los, em grupo (Apêndice A3). Vi as placas de Petri de todos os grupos e discuti, brevemente, com todos eles os resultados obtidos. Depois, esclareci-os em relação à segunda parte da atividade, que compreendia o encadeamento entre aqueles resultados e a pesquisa acerca de uma doença infecciosa, que relacionasse a higienização e tivesse um carácter informativo e de sensibilização. Houve ainda um dos grupos que alterou o tema do trabalho de pesquisa.

Na segunda metade da aula, foram introduzidas as atividades seguintes, com a entrega e leitura dos guiões respetivos, assim como a apresentação dos locais onde deveriam submeter cada tarefa, no *Edmodo*, e a calendarização das próximas

semanas, para que não houvesse dúvidas. As que surgiram, que foram muitas, foram esclarecidas. Depois, foi-lhes dado 10 minutos para que escolhessem as personagens referentes ao debate em *role play*, colocando as suas opções no *Edmodo*. As únicas regras impostas para esta escolha passavam por cada grupo ter um elemento com argumentos a favor, um elemento com argumentos contra e outro com argumentos neutros, de enriquecimento do debate, contando que não houvesse repetições e que todos os alunos conseguissem chegar a um consenso. Durante este tempo, alguns fizeram rapidamente uma breve pesquisa para decidirem que personagens escolheriam, o que ultrapassou largamente os 10 minutos e se prolongou até ao final da aula. No final, as respostas dos alunos no *Edmodo* foram projetadas, os alunos fizeram as permutas necessárias e decidiram as suas personagens (Anexo 3).

### **Reflexão**

Esta foi a primeira aula com a turma completa e tive algumas dificuldades em dispor tempo suficiente por cada um dos seis grupos, para que todos ficassem esclarecidos de igual forma. Existiam grupos que necessitavam de um acompanhamento maior do que outros, mas normalmente são estes grupos que menos questionam e tentam esclarecer as suas dúvidas, pelo que tenho de ter uma atenção redobrada no trabalho que desempenham em aula.

Durante a aula, notei os alunos ligeiramente perdidos com a organização e encadeamento das tarefas pedidas durante as atividades. Todos tiveram dificuldade com o formato do trabalho, principalmente a serem sintéticos e na parte de sensibilização, sendo que alguns tentaram negociar comigo formas de expandirem o formato final. Tive algumas dificuldades em dizer que não, mas fi-lo, para que fosse justo para todos, de igual forma. No geral, os alunos não conseguiam compreender a relação entre a experiência e a pesquisa da doença infecciosa, nem como conjugar tudo, o que me deixou apreensiva para a apresentação das atividades seguintes.

Antes de apresentar a segunda e terceira atividades, temi que eles não as achassem interessantes, que se desmotivassem e apenas as vissem como uma carga de trabalho para avaliação e não como algo interessante que lhes proporcionaria aprendizagens relevantes. Na verdade, cheguei a ponderar se não teria exagerado e tivesse sido demasiado ambiciosa. Assim, quando fiz a apresentação, com a turma

num silêncio absoluto, que não tinha acontecido até então, de facto, alguns preocuparam-se com o fator tempo, mas as reações foram muito diversas, principalmente em relação ao debate em *role play*, o que me surpreendeu. “Já viste a segunda página (do guião)? Bué fixe”, “Isto vai dar bué trabalho, mas vai ser bué fixe”, diziam e eu anotava, dando-lhes tempo para que explorassem os guiões antes de os esclarecer. “Estou em pânico, *stora*. Odeio falar em público”, dizia outra aluna, distante do seu grupo. Achei este momento interessante e partilhei com a aluna que, enquanto adolescente também eu detestava falar em público, e agora queria ser professora.

Em suma, a aula correu bem e os objetivos foram cumpridos. Penso que os alunos tenham ficado esclarecidos e que isso se reflita na qualidade dos seus trabalhos, a entregar até ao final da semana. Saí da aula motivada, uma vez mais, porque notei que, em geral, os alunos responderam muito bem à atividade em *role play* e um dos grupos parecia entusiasmado acerca da atividade de pesquisa, já que um dos elementos do grupo era portador de uma doença autoimune. “Já temos uma vantagem e uma entrevista de borla!”, diziam. Ainda assim, penso que o tempo de aula foi curto para a planificação que tinha, já que existiam muitas dúvidas e ter definido apenas 10 minutos para a escolha das personagens foi muito ambicioso da minha parte. Para além disso, uma vez mais, senti o suporte indispensável do professor cooperante em alguns gestos que me esqueço. Está sempre um passo à frente e é uma grande ajuda, mesmo sem interferir na *minha* aula. Espero em aulas futuras conseguir ter uma visão mais global do que está a acontecer, sem me focar apenas nos grupos de trabalho, mas em todos os elementos da aula, do princípio ao fim.

#### **Aula 4**

A quarta aula deu seguimento à aula anterior e os alunos trabalharam de forma autónoma, nos grupos de trabalho habituais (Apêndice A4). Inicialmente, em ambos os turnos, pedi a todos os grupos que decidissem até ao final da aula quais os distúrbios que iriam pesquisar, assim como os formatos do trabalho final escolhidos, de forma a que pudessem compilar todos os trabalhos realizados até então. Como havia muitos alunos que haviam faltado na aula anterior, para participarem no dia aberto de uma universidade em Lisboa, dispensei algum tempo para reler o guião das atividades, com cada grupo, e esclarecer todas as dúvidas

relacionadas com objetivos e organização das atividades. Foram também esclarecidas dúvidas acerca de conceitos, nomeadamente as diferenças entre doenças autoimunes e imunodeficiência ou os diferentes tipos de hipersensibilidade existentes, que englobam estes distúrbios. Desta forma, os conceitos de imunidade inata e adquirida também foram distinguidos. Muitas destas dúvidas foram sendo, também, discutidas fora do espaço da aula, durante a semana, através do *Edmodo*.

Durante a aula, em ambos os turnos, acompanhei e orientei as escolhas dos temas a pesquisar, dando sugestões que os aproximassem mais dos objetivos definidos para a atividade de pesquisa, mas também para o produto final. Assim, os alunos decidiram os temas, como descrito no Anexo 4. Dois grupos não decidiram os formatos do produto final, podendo ainda fazê-lo até à aula seguinte. Os restantes optaram por compilar a informação em sites, revistas e documentários.

### **Reflexão**

Durante esta aula, que à partida seria mais autónoma, foi a que tive de fazer mais acompanhamento e orientação. Os alunos tinham muitas dúvidas acerca de tudo, como a organização dos trabalhos, mas principalmente acerca de conceitos, o que significa que ainda não tinham iniciado qualquer pesquisa sobre os conceitos base indicados na primeira página do guião do aluno (Apêndice B1).

Nalguns casos, tive de fazer uma breve pesquisa na internet para depois dar *feedback* aos alunos e orientá-los melhor acerca de doenças que não conhecia. Confessei-lhes que não conhecia alguma delas, “parece-me interessante e ainda vou aprender convosco”, disse e confirmou-se.

Os alunos pediram para diminuir a atividade de pesquisa ou alterar a data limite das entregas dos trabalhos finais e confesso que mais uma vez tive dificuldades em manter a decisão firme, porque compreendo a exigência também ainda enquanto aluna que aprende a ser professora, e que o tem de ser, para todos os efeitos, durante este período de tempo, com estes alunos. Dizer que não aos alunos, ou fazer cedências, é uma dificuldade minha, o que pode vir a ser um problema noutro contexto, futuramente. Mas então lembrei-me do que o professor cooperante me tinha dito numa reunião anterior, onde me tinha perguntado o que eu estava a achar da minha própria intervenção: os alunos precisam de regras e as que estipularmos inicialmente tem de ser cumpridas por ambas as partes, para que eles saibam com o que podem contar. Então, de forma firme, não cedi aos pedidos

dos alunos e justifiquei-o da melhor forma que conseguia. Na verdade, sendo o terceiro período tão pequeno, não há hipótese para fazer alterações, já que tem de existir tempo para classificar os trabalhos atempadamente e para que haja tempo para fazer um balanço final, que a meu ver é essencial no final de todos os trabalhos realizados. Para além disso, o professor cooperante já me havia sossegado em relação à exigência das atividades para o tempo disponível, pelo que os alunos devem aproveitar o espaço das aulas para trabalhar e aprender a organizar e gerir o próprio trabalho, em grupo. Afinal, esta gestão faz parte das aprendizagens a retirar das atividades propostas e, para além disso, eu acredito neste grupo de alunos. Então, não cedi. A confirmação do professor, de que procedi bem, tranquilizou-me.

Para além disso, os alunos rapidamente mostraram organização e atribuíram papéis e tarefas dentro dos próprios grupos, para que orientassem toda a pesquisa ainda durante a semana. Estou curiosa para ver alguns dos trabalhos finais, principalmente dos grupos recém-formados que estão a mostrar uma dinâmica muito interessante e criatividade.

Em suma, a aula correu bem e de acordo com a planificação. Serviu de mote para que tanto eu como os alunos fizéssemos algumas aprendizagens: firmeza e aprender a dizer que não, quando oportuno, e aprender a gerir trabalho em grupo e adaptá-lo ao tempo disponível, respetivamente. Neste ponto, a caminho de metade da intervenção, começo a acreditar que ambas as partes vão conseguir.

## **Aula 5**

A quinta aula foi iniciada com a distribuição dos guiões pelos alunos que haviam faltado na aula anterior e seguiu de forma semelhante à aula 4. Registei o sumário (Apêndice A5) e reuni brevemente com todos os grupos, um a um, para que pudéssemos discutir a planificação da próxima semana, assim como saber o formato do produto final dos grupos que ainda não haviam decidido, e também esclarecer quaisquer dúvidas que tivessem surgido tanto acerca da pesquisa dos distúrbios imunológicos como da argumentação individual. Ao contrário da aula anterior, as dúvidas dos alunos centraram-se na argumentação para o debate em *role play*, como na seleção das questões que cada personagem poderia tratar. Alguns alunos estavam a ser muito criativos e humorados com os argumentos, pelo que os chamei á atenção para nunca deixarem de ter em conta a parte científica.

De acordo com as planificações de cada grupo, notei que a maioria deles distribuiu tarefas e cada elemento é responsável pela pesquisa de um distúrbio imunológico. Um dos grupos, que sempre fez todos os elementos dos trabalhos propostos em conjunto, disse que iam tentar desta forma, para experimentar e ver se conseguiam uma melhor organização entre todos, já que era o último trabalho e queriam ser mais criativos e fazer algo que nunca tinham feito. Incentivei-os a seguirem em frente, enquanto me diziam que não eram criativos o suficiente, e no momento seguinte, em discussão, tiveram uma ideia diferente para montar o trabalho final. Apesar do entusiasmo, chamei à atenção para que as divisões das tarefas não resultassem em trabalhos compartimentados e pedi para que todos cooperassem.

Ao longo da aula, ao compreender alguns dos argumentos que os alunos utilizariam, dei por mim a discutir alguns dos assuntos com eles, a partir das muitas curiosidades que tinham e dos pontos de vista pertinentes. A certo ponto, umas das dúvidas de uma aluna passava pelo facto de, apesar de ter uma personagem neutra, ao fazer uma pré-seleção de estudos científicos para sustentar a sua argumentação estar já a tomar uma posição. A partir daquela afirmação surgiu uma minidiscussão que daria para um novo debate.

Para além das dúvidas acerca das atividades, também intervim no sentido de os ajudar a manipular plataformas de criação de sites e dei algumas sugestões para a criação de audiovisuais.

### **Reflexão**

Apesar de a planificação da aula não o demonstrar, esta aula acabou por ser bastante interessante. Na verdade, apesar de os alunos estarem a trabalhar em grupo, de forma mais autónoma, foi a primeira aula em que tive realmente tempo de me sentar em todas as mesas e conversar com cada um dos grupos, definirmos em conjunto como iriam organizar as próximas aulas, discutir com eles os argumentos relacionados com as suas personagens e perceber que este tipo de orientação realmente estava a funcionar. Ao contrário da primeira atividade, notei que os alunos estavam a perceber o objetivo das atividades e respondiam com entusiasmo, utilizando efetivamente o tempo de aula para realizarem as pesquisas, discutirem e definirem tarefas, em grupo. Num dos raros momentos em que voltei à secretária para pesquisar algo no computador, consegui ouvir um dos alunos dizer, em bom

som “isto é bué interessante. A doença é bué interessante, é bué complexa”, acabando por explicá-la brevemente à colega de grupo, que pesquisava sobre outro distúrbio imunológico.

No entanto, nem todos os grupos trabalham da mesma forma e nem todos os elementos com o mesmo ritmo. Um dos grupos não tinha decidido ainda o que fazer e os alunos pareciam desencontrados, com alguns a tratar da pesquisa e outros, de *phones* nos ouvidos, a trabalhar na argumentação individual. Chamei-os à atenção para que utilizassem o espaço da sala de aula para trabalharem em grupo, mas apenas metade do grupo me ouviu. Dessa metade, um dos alunos falou-me mais um pouco acerca da sua doença autoimune, o que me deu um exemplo muito rico e me deixou curiosa para a forma como tratariam aquela informação, desde que o quisessem fazer.

Em suma, a aula correu como pretendido e apenas senti dificuldade em conter-me para não responder prontamente a todas as dúvidas que os alunos me faziam, quando indicavam claramente que ainda não tinham começado a pesquisa. Tentei sempre responder-lhes com questões orientadoras, para os encaminhar na pesquisa. Depois, passado algum tempo, tentava voltar a questionar os alunos e perceber se haviam ficado esclarecidos, acrescentando o que fosse necessário.

## **Aula 6**

A sexta aula procedeu de acordo com a planificação (Apêndice A6). Os alunos, individualmente, concluíram a organização e síntese da informação para o debate. Alguns já haviam terminado a pesquisa durante o fim de semana e continuaram a desenvolver o trabalho final, em grupos. Outros tinham-se esquecido da data limite da entrega da argumentação e estiveram a organizar a informação durante a aula. Outros reformularam as suas argumentações em aula.

Durante a aula, tanto no primeiro como segundo turnos, tentei que todos os alunos partilhassem a argumentação que estavam a preparar, dando-lhes sugestões de como melhorar. Todas as dúvidas acerca de como se iria desenvolver o debate, já que os alunos nunca tinham participado num, também foram esclarecidas.

## **Reflexão**

O balanço desta aula, tendo em conta os objetivos, foi positiva, uma vez que consegui orientar os alunos de maneira a que todos pudessem partilhar a sua



argumentação e receber sugestões da minha parte. Na verdade, a maioria já tinha escrito e enviado a argumentação escrita durante o fim de semana, e as dúvidas acerca da atividade foram esclarecidas pela plataforma *Edmodo*. De qualquer modo, em aula, a maioria deles teve em conta as sugestões e os próprios colegas de grupo, com argumentações de posições opostas, também se juntaram à discussão para dar sugestões.

A maior dificuldade que senti foi tentar orientar os alunos de forma a ajudá-los a consolidar os seus argumentos, mas sem ser de forma tendenciosa, no sentido dos assuntos das notícias que havia escolhido para iniciar as temáticas a debater. Reparei que muitos alunos tinham recolhido informações que também eu tinha utilizado e foi complicado não lhes dar respostas mais concretas.

A maioria dos alunos parecia entusiasmada para realizar o debate na aula seguinte, pensando até em levar adereços que marcassem as suas personagens. No entanto, alguns pareciam com dificuldade em utilizar certos argumentos que iam contra a sua opinião pessoal: “Como é que vou usar um argumento tão idiota? Toda a gente se vai rir”. Tentei assegurá-los de que tudo iria correr bem, demarcando uma vez mais para não descurarem do rigor científico e que não fizessem da discussão um espetáculo de comédia.

Por fim, destaco a ótima relação que se desenvolveu entre mim e os alunos. Uma das alunas ficou a conversar comigo durante o intervalo sobre curiosidades de medicina e outros mais curiosos não se coíbem de me perguntar acerca das minhas séries favoritas depois da aula terminar. Ainda assim, respeitam-me enquanto professora e, na maioria das vezes, cumprem sempre com aquilo que lhes é pedido, sempre no sentido de aprenderem mais.

## **Aula 7**

A sétima aula implicou que fosse mais cedo para a escola para preparar a sala onde decorreria o debate em *role play* entre todos os alunos, com argumentos a favor, contra e neutros acerca de diversos temas na biotecnologia (Apêndice A7). As mesas foram dispostas em “U” e improvisei identificações das personagens para os alunos colocarem sobre a mesa, para que todos soubessem a quem se estavam a dirigir no contra-argumento, de forma imediata. Dispus os alunos de forma a separar personagens a favor e contra, colocando-os frente a frente, separados pelos que enriqueceriam o debate (neutros).

À hora de início da aula, antes de iniciar o debate, os alunos foram esclarecidos de que se tratariam seis temas e que teriam cerca de 10 minutos para debater cada um deles, para que no final houvesse tempo para uma conclusão entre todos. Depois, o debate foi iniciado com uma breve introdução à biotecnologia e às questões que se foram levantando nas últimas décadas, que seriam discutidas a partir do que acontece atualmente na sociedade. As notícias escolhidas referiam-se a temas polémicos como a obrigatoriedade da vacinação, utilização de antibióticos, investigação de novas terapêuticas, pesquisa em animais, produção e utilização de transgénicos e o perigo dos rótulos dos produtos em casos de hipersensibilização graves.

A partir destas notícias recentes, tentei deixar algumas questões-chave e comentários que direcionei a alguns alunos específicos, tais como:

- Portugal não tem vacinas obrigatórias, no entanto tem uma aceitação de 98% das vacinas em crianças contra os 90% da média europeia. Podemos tentar compreender a legislação neste sentido?

- A vacinação deveria tornar-se obrigatória nas escolas e para profissionais de saúde?

- Apesar da elevada aceitação da vacinação em Portugal, há movimentos anti vacinação a crescer. Porquê?

- Existe uma previsão de que o risco de contrair sarampo vai aumentar 50% até 2050. Isto deve-se à não vacinação crescente ou as vacinas já não são eficientes?

- Que outras soluções existem para além dos antibióticos?

- Existem realmente diagnósticos mal feitos por parte dos médicos? Porque são vendidos tantos antibióticos?

- Há alguns riscos nesta venda e uso abusivo para os consumidores portugueses. O que pode ser feito junto das populações?

- Também na agricultura há um uso desmedido de antibióticos na produção animal.

- Há investimento da indústria farmacêutica em novas terapêuticas?

- Em termos legais, as pessoas podem voluntariar-se a este tipo de terapias?

- E em relação à pesquisa em animais vivos? Qual a legislação europeia e quais as alternativas?

- O que são efetivamente os organismos geneticamente modificados?

- Existem realmente riscos associados aos transgénicos?

- Os consumidores estão devidamente informados acerca de produtos transgênicos?

- O que é uma alergia?

- Que tratamentos existem para casos de hipersensibilidade tão grave como este?

Cronometrei cada tema para que a discussão não ultrapassasse muito os dez minutos, havendo temas que necessitaram de mais tempo e outros de menos. No final, todos os temas foram discutidos apesar de os alunos reclamarem que deveríamos ter tido o dobro da aula. “Oh *stora*, podemos fazer outro destes até ao final do ano? Vá lá!”. Acabei por ceder, apenas em parte já que tinha sido acordado com o professor cooperante enquanto plano B, e informar os alunos de que na próxima aula retomaríamos a discussão, apesar de em grupos menores, pois as aulas seriam divididas por turnos, e iríamos ouvir os argumentos de quem não teve oportunidade.

Depois, dei algumas informações acerca da síntese pós-debate que teriam de fazer, e, já fora da sala de aula, disponibilizei os questionários de autoavaliação da atividade no *Edmodo*, para que cada um avaliasse a sua prestação individual no debate.

### **Reflexão**

Esta aula, apesar de ser uma das mais importantes da intervenção, foi a minha favorita até então. Inicialmente, tinha algumas reservas no sentido de não conseguir estar à altura do desafio, que não soubesse gerir tudo ou não conseguisse improvisar questões para não deixar a discussão esgotar-se sem realmente não ter começado. Na verdade, nunca tinha participado num debate, quanto mais moderar um com dezanove alunos, que estariam a representar personagens com pontos de vista diferentes dos pessoais. No entanto, correu melhor do que tinha antecipado.

Estes alunos já tinham dito querer fazer atividades deste género, ainda no primeiro período, por isso estavam muito entusiasmados, e eu também.

A aula foi muito rica. Os alunos apresentaram argumentos e eu tentei puxar por todos eles, para que todos dessem a sua opinião. A discussão foi fluida e o desafio foi conseguir passar ao tema seguinte, sem cortar a palavra a meio. Para além disso, os alunos estavam totalmente embrenhados na discussão e também eles

tomavam a iniciativa de colocar questões aos colegas, tendo em conta as suas especialidades.

Durante a atividade houve algumas surpresas. Alguns alunos levaram adereços, como batas de médicos e maletas, incenso e outros elementos alusivos às personagens a defender. Ainda assim, a maior surpresa foi a de um aluno com espectro de autismo que no início da aula me perguntou se podia sair, já que não tinha nada a dizer. Disse-lhe que tinha de estar presente e que, de acordo com a argumentação escrita que tinha enviado, tinha muita coisa a dizer. Na verdade, para minha surpresa – que ficou bem visível na minha expressão – o aluno interveio de forma voluntária e, principalmente, pertinente. Não estava nada à espera e sinto que foi uma grande vitória pessoal para aquele aluno, aquele momento que para os colegas pareceu insignificante.

Surpreendeu-me também que alguns dos alunos que não utilizavam o tempo em aula, que não tinham argumentos prontos no dia limite para as entregas, tenham revelado ter feito uma pesquisa alargada e síntese dos argumentos de forma muito pertinente, para além da capacidade de comunicação muito boa.

Alguns alunos destacaram-se pela positiva, outros intervieram de forma pertinente quando lhes direcionei uma questão. Também notei que a maioria não ficou apenas pela página de argumentos pedida para o debate. Imprimiram páginas e páginas de pesquisa, trouxeram computadores, utilizaram o telemóvel durante a discussão, pesquisaram enquanto esta decorria e enriqueceram-na da melhor forma possível. A pesquisa muito heterogénea, a partir de vários estudos científicos, artigos e notícias enriqueceram muito o debate, mesmo quando o tema não estava de acordo com o que a personagem defendida. Uma das alunas tinha pesquisado três páginas com legislação. No geral, houve algum desequilíbrio entre as personagens a favor e contra, destacando-se os argumentos a favor, apesar de serem menos em número. Alguns alunos também não conseguiram expressar-se voluntariamente, esperando que lhes fosse colocada uma questão direcionada para um tema.

A maior dificuldade que senti foi gerir o tempo e ser firme para o fazer. Tive de fazer uma jigajoga mental para ter em conta o tempo, os argumentos certos dos alunos que serviriam de ponte a outro tema e permitir os contra-argumentos em tempo útil, incentivar alunos específicos tendo em conta a argumentação escrita que tinham enviado para um assunto específico, tudo em simultâneo e durante noventa

minutos que passaram num ápice. Ainda assim consegui fazer tudo o que me tinha proposto, mas tive de adaptar a ordem das notícias aos argumentos que iam surgindo. Provavelmente, a repetir a atividade, teria sido menos ambiciosa no número de temas a discutir para uma aula de noventa minutos. Talvez tivesse sido preferível escolher menos notícias e deixar a discussão fluir de forma mais natural, para que todos os alunos pudessem expor os seus argumentos.

No final o feedback foi positivo, tanto dos professores que assistiam, como dos alunos. A segurança da parte dos alunos de que a atividade tinha cumprido os seus objetivos veio quando eu disse que o debate tinha terminado, tínhamos de ir embora, e alguns alunos decidiram adicionar “apenas uma curiosidade, *stora!* É rápido”. Mesmo nesse momento, comigo a dizer que já estávamos fora da “formalidade” do debate, os alunos continuaram o tratamento formal, defendendo as suas personagens até ao fim e adicionando contra-argumentos e novas curiosidades.

Em suma, foi uma nova experiência muito rica, que exige tempo da parte do professor e dos alunos, mas onde se aprende muito, de ambas as partes. Para além disso, não podia ter pedido turma melhor para aprender a ensinar!

## **Aula 8**

A oitava aula decorreu como de acordo com a planificação (Apêndice A8), em que os alunos discutiram as conclusões mais importantes retiradas do debate, em grupos, para depois redigirem uma síntese pós-debate que deveria explicitar as vantagens e desvantagens da biotecnologia, do ponto de vista do grupo, de forma crítica. Para além disso, os alunos procederam à conclusão do produto final, criando os suportes escolhidos para poderem compilar todos os trabalhos realizados durante a Unidade 3.

Em ambos os turnos, e à semelhança de aulas anteriores, discuti com todos os grupos os formatos finais escolhidos e os elementos a adicionar, dando feedback e sugestões para que se aproximassem dos objetivos da atividade. Metade dos grupos já tinha terminado durante o fim de semana, cumprindo a calendarização e utilizando a aula para finalizar alguns elementos e pormenores e receber feedback para que pudessem alterar o que fosse necessário. A outra metade, que havia escolhido criar sites e um canal de vídeos sobre imunidade e controlo de doenças,

ainda não havia começado a estruturar o produto final, pelo que a minha atenção e orientação se focou mais neles.

Em aula, foram também esclarecidas todas as dúvidas acerca do que teriam de apresentar do produto final, na próxima aula, assim como através da plataforma *Edmodo*.

### **Reflexão**

Durante esta aula senti alguma pressão que ainda não tinha sentido nas anteriores uma vez que, pela primeira vez, reparei no professor cooperante e na sua atenção à minha prática, que até então estava tão embrenhada na aula e nos alunos que nunca tinha notado. Enquanto via os produtos finais dos alunos e lhes dava feedback, notei o professor muito atento à forma como eu os orientava e as respostas que lhes dava, o que me obrigou a pensar duas vezes antes de intervir por receio de dizer algo errado. De qualquer forma, segui e orientei os alunos da mesma forma que sempre fiz. No entanto, senti algumas dificuldades a dar feedback aos alunos que em nada tinham a ver com o facto de eu estar a ser avaliada, mas sim com o facto de ter de ser eu a avaliar. Sinto que, apesar de haver critérios de avaliação definidos (Apêndice C4), me é difícil não deixar levar pela subjetividade para dar feedback ou avaliar trabalhos dos alunos. Será que os trabalhos estão realmente muito bons ou foi só porque gostei do aspeto visual? Ou porque simpatizo com este grupo de alunos? Ou será que estou a ser exigente de mais e os alunos estão a cumprir os objetivos? Na verdade, mais tarde, partilhei essas mesmas dificuldades e inseguranças com o professor cooperante, que as justificou como normais e que se desvanecem com a prática.

Em ambos os turnos, notei os alunos mais cansados, menos focados e empenhados, o que considero normal, tendo em conta a aproximação do final do período, o que se refletiu também na minha intervenção. No entanto, alheios a estes motivos, alguns grupos mostraram não estar a funcionar da melhor forma e preocuparam-me, mesmo que confiasse, de certa maneira, na turma. Um dos grupos parecia dividido, outro ainda não tinha começado o trabalho que seria para apresentar em dois dias, nem mesmo a síntese pós-debate que teriam de enviar dali a umas horas. Outro grupo, que queria ser criativo como nunca tinha sido, ainda não tinha começado as gravações dos vídeos que serviriam de suporte ao produto final. E as dúvidas, principalmente de aspetos técnicos e de edição de vídeo,

acumulavam-se. “Se ainda houver sol quando chegar a casa ainda gravo hoje, *stora*. Juro”. Apesar de preocupada, notei que continuavam entusiasmados e queriam muito mostrar que conseguiam fazer melhor.

Apesar de a aula ter decorrido como planeado, havia prometido aos alunos continuar a discussão da última aula e realizar um pequeno debate em grupos mais pequenos, por turnos, o que não aconteceu. Alguns alunos questionaram-me porque não o iríamos fazer, mas senti que os grupos não estavam todos ao mesmo nível e que deveriam utilizar o tempo de aula para terminar os produtos finais.

Em suma, não foi das melhores aulas, de ambas as partes, mas cumpri os objetivos e sinto que os alunos também. No final do dia, todos submeteram os documentos pedidos, sem atrasos.

### **Aula 9**

Nesta aula decorreram as apresentações dos produtos finais realizados pelos alunos ao longo do terceiro período (Apêndice A9). No início da aula foi definido que cada grupo teria entre 10 a 15 minutos para fazer uma breve apresentação do formato escolhido para compilar todos os trabalhos realizados até então, como a atividade “Mãos limpas, corpo saudável?”, síntese pós debate e pesquisa acerca de três distúrbios imunológicos. Os seis grupos decidiram-se por sites, revistas e um canal de YouTube destinado à imunologia e biotecnologia.

No final, pediu-se aos alunos que partilhassem os trabalhos no *Edmodo*, de forma a que todos tivessem acesso, e que seria dado feedback na aula final do período, onde será feito um balanço sobre todo o trabalho desenvolvido.

### **Reflexão**

Esta aula teve um sabor agri-doce, com aspetos muito positivos e outros não tanto. No geral, os alunos desenvolveram trabalhos excelentes e alguns dos grupos superaram-se durante esta fase final, que acredito não ser fácil de gerir enquanto alunos de final de secundário num terceiro período tão pequeno. Ainda assim todos os alunos cumpriram os prazos estipulados, mantendo o interesse em querer aprender. No entanto, notei algum desleixo ao nível de algumas apresentações, que não refletiram a qualidade dos trabalhos. Um dos grupos iniciou a aula por perguntar “O que vamos fazer hoje, *stora*?” sem saberem que todos os grupos iriam apresentar os trabalhos durante a aula, insistindo ainda que não tinham sido informados, o que me levou a crer que não seguiram as orientações dadas, tanto

durante as quatro aulas anteriores como na nossa interação no *Edmodo*, onde nenhum deles se coibiu de fazer questões durante este período, quer em termos de esclarecimentos relacionados com conceitos e enquadramento científico, quer acerca da organização e logística das atividades propostas.

Houve também alguns atrasos iniciais, com dois grupos incompletos em sala, o que levou a uma gestão do tempo das apresentações mais rigorosa, sem espaço para comentários entre elas.

Durante as apresentações, alguns alunos mostraram claramente que o trabalho desenvolvido em grupo se assemelhava a uma “manta de retalhos”. Referindo-se sempre aos conteúdos na primeira pessoa ou fazendo comentários como “Vá, esta parte é tua. Fala tu”, deixaram notar que alguns grupos não funcionaram da melhor forma.

Por outro lado, penso que a minha intervenção junto dos alunos não tenha sido a ideal. A aula acabou por ser conjunta, entre mim e o professor cooperante, que também comentava os trabalhos dos alunos, pelo que achei sempre que havia pouco a acrescentar àquilo que era dito. Para além disso, penso que deveria ter dado algum feedback entre apresentações, mas por causa do tempo escasso e da discussão final de período, a ocorrer na semana seguinte, decidi não o fazer.

Também tive alguma dificuldade em gerir o tempo de algumas apresentações, apesar de estar a cronometrar cada uma delas, mas não queria cortar a palavra a nenhum dos alunos e acabei por ter de o fazer.

Ainda assim, penso que os objetivos foram cumpridos e todos os grupos, sem exceção, se esforçaram nos produtos finais, e não defraudaram as minhas expectativas. Os pontos negativos, que sempre os há e são tão importantes para se ter um ponto de partida para poder melhorar, serão discutidos durante o balanço final, e também os alunos darão o seu parecer.



## **IV. Métodos e Procedimentos de recolha de dados**

Neste capítulo é apresentado o contexto escolar, os métodos e procedimentos utilizados para a recolha de dados e a sua análise, assim como as questões éticas envolvidas na investigação.

Para responder às questões orientadoras da investigação, estabelecidas anteriormente, recorreu-se a uma abordagem de investigação qualitativa, recolhendo os dados através dos seguintes instrumentos: observação, questionários e análise documental. Este trabalho realizou-se numa escola secundária do concelho de Lisboa, e os participantes correspondem a uma turma de 12.º ano, de 19 alunos.

### **1. Instrumentos de recolha de dados**

A presente investigação segue uma abordagem metodológica qualitativa, já que o investigador colabora diretamente com os participantes enquanto recolhe e analisa os dados, de natureza qualitativa. Assume um paradigma interpretativo, de carácter descritivo, focando-se não só nos resultados como também no decorrer de todo o processo (Denzin & Lincoln, 2005, Cresswell, 2010)

Para Ponte (2004), o importante não é recolher muitos dados, mas sim os adequados para responder ao objetivo do estudo. No entanto, também é importante haver diversidade de instrumentos a utilizar, para que se possa obter dados variados e se consiga fazer uma interpretação e análise mais fundamentada (Fraenkel & Wallen, 2006). Os instrumentos de recolha de dados utilizados foram os inquéritos por questionários, a análise de documentos e a observação.

Os questionários apresentam algumas vantagens, já que podem atingir um grande número de participantes e, em simultâneo, garantir o seu anonimato, permitindo-lhes alguma liberdade para responderem, sem qualquer influência do investigador. Estes podem ser fechados, abertos ou mistos, que se distinguem por serem constituídos por questões fechadas, abertas ou de ambas as naturezas (Barbosa, 2012).

Este instrumento foi utilizado no final de cada uma das atividades investigativas estipuladas, para recolher a opinião dos alunos relativamente às aprendizagens, dificuldades sentidas, competências desenvolvidas, e a própria apreciação e sugestões sobre a atividade. No final da intervenção pedagógica, foi ainda aplicado um novo questionário, para avaliar a perceção dos alunos acerca das atividades investigativas e o impacto nas suas aprendizagens, em forma de

conclusão. Em ambos os momentos, os questionários são de natureza mista, já que são compostos essencialmente por questões abertas, mas também algumas fechadas, de escolha múltipla.

Neste estudo foram analisados diversos documentos escritos para tentar responder ao problema proposto, mais concretamente para compreender se os alunos desenvolveram determinadas competências e se as estratégias didáticas utilizadas levaram a uma aprendizagem significativa. Os documentos escritos ajudam a dar informações que não seriam observáveis ou que poderiam ser exploradas em entrevista (Cohen, Manion & Morrison, 2005).

Para além dos documentos oficiais, como o Projeto Educativo da escola, de documentos relativos à direção de turma e outros cedidos pelo professor cooperante, foram utilizados trabalhos resultantes de uma atividade de debate *role play*, com carácter reflexivo e que reúnem os conceitos essenciais de toda a Unidade, em formato escrito, poster, revista, audiovisual, blogue, etc. Os alunos também fizeram uma reflexão final da Unidade, que foi posteriormente analisada, assim como os questionários de autoavaliação e coavaliação dos grupos de trabalho. Foram ainda recolhidos e analisados todos os documentos produzidos pelos alunos em atividades investigativas no decorrer da intervenção, para fazer uma avaliação formativa do progresso dos alunos, em termos de aprendizagens, e ter perceção das dificuldades que apresentaram.

A observação consiste na técnica de recolha de dados que obriga o investigador a um contacto mais direto com a realidade, e pode ser estruturada ou não estruturada. Num contexto qualitativo como este, a observação assume um carácter naturalista, ou seja, pratica-se no contexto em que o estudo está a ser desenvolvido, entre quem participa e interage naturalmente, começando por ser geral e não focada, passando para observação focada posteriormente (Adler & Adler, 1994, Silverman, 2001). Desta forma, o investigador pode compreender melhor a perspetiva dos participantes e conseguir reunir dados que não seriam possíveis através de questionários, sem utilizar os sentidos (Ludke & André, 1986). Para este estudo, as observações tiveram um carácter descritivo e o observador posicionou-se de forma participante, já que o investigador teve um papel de observador em simultâneo com o papel de professor, tendo contacto direto com os participantes (Dias & Morais, 2004). Os dados de observação foram registados em notas de campo no final de cada aula, de forma não estruturada, acabando por

constituir um diário de bordo ao longo de toda a intervenção. Este diário de bordo permite não só fazer uma descrição de situações e comportamentos decorrentes da aula, mas também fazer uma reflexão sobre a própria prática do professor investigador (Bogdan & Biklen, 1994). De uma forma estruturada, foram também utilizadas grelhas de observação em momentos específicos, como durante o debate e *role play* que encerram a Unidade, assim como durante a atividade experimental e atividades de pesquisa.

## **2. Caracterização dos participantes e contexto escolar**

### **2.1.A turma**

A turma de 12.º ano, que foi alvo de estudo, é composta por 19 alunos, nomeadamente 9 rapazes e 10 raparigas, com idades compreendidas entre os 17 e 19 anos de idade, apresentando uma média de idades de 17 anos. Esta turma é a junção de duas turmas de 12.º ano, que têm a disciplina anual de Biologia como opção.

Em conselho de turma do primeiro período, a turma foi descrita pelos professores presentes como sendo, na generalidade, composta por alunos sem grandes dificuldades de aprendizagem às diferentes disciplinas, com um bom comportamento, sem problemas de indisciplina e assiduidade, salvo algumas exceções. Dentro dessas exceções, um dos alunos apresenta necessidades educativas especiais, que demonstra menor autonomia para trabalhar em grupo; e um aluno com agorafobia, que se reflete na sua assiduidade. Em reunião semelhante, no final do terceiro período, a turma manteve as mesmas características, apesar da diminuição da assiduidade.

Existe alguma heterogeneidade em termos de aproveitamento na disciplina de Biologia, apesar de não existir alunos com classificação negativa. Os alunos obtiveram, no final do terceiro período classificações médias até excelentes, sendo a média das notas de 17,9 valores. Os alunos mostraram-se muito motivados a aprender sobre os diferentes temas e revelaram uma grande autonomia e espírito crítico, sendo, por isso, também muito participativos na construção das suas aprendizagens, tanto na planificação das aulas como na própria avaliação.

Dados obtidos juntos do professor cooperante indicam que a turma está inserida num nível socioeconómico e sociocultural relativamente médio/alto, o que

se reflete numa maior disponibilidade de trabalharem em grupo e utilizarem as tecnologias, em sala de aula, recorrendo aos próprios computadores e telemóveis.

## **2.2. A escola**

O estudo decorreu numa escola secundária localizada no centro urbano da cidade de Lisboa. De acordo com o seu Projeto Educativo, atualmente, a escola leciona o ensino secundário, recorrente presencial e à distância, havendo ainda Cursos de Educação e Formação de Adultos (Cursos EFA) e Centros Qualifica.

O corpo docente, constituído por cerca de 120 professores, é experiente e quase exclusivamente composto por professores do Quadro de escola. Das 40 turmas existentes, existem 4 turmas de Biologia de 12.º ano, para três professores responsáveis pela disciplina.

O corpo discente é constituído por cerca de 1800 alunos, maioritariamente do sexo feminino, e de diversos países, cerca de 20, o que valeu à escola a atribuição pela Direção Geral de Educação e pelo Alto Comissariado para a Imigração e Diálogo Intercultural (ACIDI) o selo intercultural 2012/2014.

O edifício foi construído em forma de tridente, com varandas e pátios para captar o ar e a luz dos espaços abertos, mas, apesar de centenário e nobre, o edifício tem vindo a sofrer degradação e espera por obras de requalificação dos espaços e recursos. Aqueles que dispõe e que são propícios à utilização das tecnologias são o centro de recursos educativos, que será brevemente reformado e alargado, assim como uma sala de estudo (Sala Aprenda Mais) e quatro salas de informática, apesar de apenas destinadas a aulas e não de livre acesso. A escola dispõe, ainda, de dois Quadros Interativos Multimédia (QIM).

Apesar de, por solicitação da Direção, o Ministério da Educação ter disponibilizado equipamento informático em 2012, as salas de aula ainda apresentam vários obstáculos para a sua utilização devida. A instalação da rede elétrica é desajustada às necessidades atuais, para além das inadequações acústicas das salas de aula. A escola está ainda integrada no Plano Tecnológico de Educação (2007).

No contexto das aulas de Biologia (12.º ano), das 39 salas de aula existentes, apenas duas são destinadas a aulas desta disciplina, havendo ainda um laboratório, destinado às aulas práticas.

### **3. Questões éticas**

Neste estudo estão envolvidas algumas questões de natureza ética que foram asseguradas, seguindo as orientações da Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação, da Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (2016):

1 – Explicitação dos cuidados éticos. Nos relatórios de estágio e trabalhos de projeto de mestrado deve constar uma rubrica relativa a cuidados éticos assumidos, que será apresentada nesta secção do relatório.

2 – Consentimento informado. Desde o início, a investigação foi desenvolvida com o consentimento dos participantes, sendo também informados previamente do objetivo do estudo e dos dados a recolher.

3 – Confidencialidade e privacidade. Na investigação desenvolvida o anonimato dos participantes foi assegurado, respeitando a sua privacidade. No relatório foram omitidos a escola e a identificação dos participantes.

4 – Falsificação e plágio. Ao longo de toda a investigação, a pesquisa foi feita com transparência e rigor, não fabricando, falsificando ou distorcendo os dados recolhidos.

5 – Publicação e divulgação do conhecimento. Uma vez concluída a investigação, este relatório ficará disponível para consulta no repositório da Universidade de Lisboa.



## **V. Apresentação e análise de dados**

Neste capítulo serão primeiramente apresentados os dados obtidos através da aplicação de três questionários, das observações efetuadas durante a intervenção e da análise dos documentos produzidos pelos alunos. Em simultâneo, é apresentada a análise dos dados, tendo em conta os objetivos e de forma a dar resposta às questões orientadoras iniciais da investigação.

### **1. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos no decorrer das atividades investigativas?**

No decorrer da intervenção procurou-se compreender como o conjunto de atividades investigativas implementadas podiam potencializar a aquisição de competências inerentes a um cidadão de século XXI, tais como as enunciadas no Perfil do Aluno (2017) e que agora integram as Aprendizagens Essenciais (2018). Competências são combinações de conhecimentos, capacidades e atitudes, e podem reunir-se em áreas de competências como: consciência e domínio do corpo; linguagens e textos; sensibilidade estética e artística; bem-estar, saúde e ambiente; desenvolvimento pessoal e autonomia; relacionamento interpessoal; saber científico técnico e tecnológico; raciocínio e resolução de problemas; pensamento crítico e criativo; e informação e comunicação.

#### **1.1. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos na atividade experimental?**

A atividade “Mãos limpas, corpo saudável?” teve como objetivos promover o desenvolvimento de competências relacionadas com resolução de problemas, formulação de hipóteses, autonomia, cooperação, comunicação e pensamento crítico e criativo.

Em resposta ao questionário aplicado após a atividade, a grande maioria dos alunos consideraram ter desenvolvido o pensamento crítico e criativo, assim como a capacidade de planificar uma atividade experimental (Figura 8). Os alunos também selecionaram com alguma frequência competências relacionadas com a obtenção e interpretação de dados, resolução de problemas e cooperação, o que está de acordo com o pretendido enquanto atividade experimental, em grupo (Reis, 2011).



**Figura 8.** Competências desenvolvidas durante a atividade experimental.

A partir da observação que fui fazendo durante as aulas, concordo com os alunos. Estes desenvolveram muito a autonomia e também a cooperação, uma vez que todas as tarefas foram realizadas em grupo e algumas etapas, nomeadamente a inoculação de microrganismos a partir de mãos lavadas/sujas dependia de todos os elementos do grupo, assim como todas as discussões realizadas em aula e decisões tomadas em conjunto em relação a formulação de hipóteses e escolhas de temas para pesquisa. Ainda assim, apesar de saber que esta turma era muito autónoma e que trabalhava, no geral, muito bem em grupos, vi-me a ter um papel orientador muito mais demarcado do que estava à espera na orientação das etapas da atividade, mais do que a nível de conceitos.

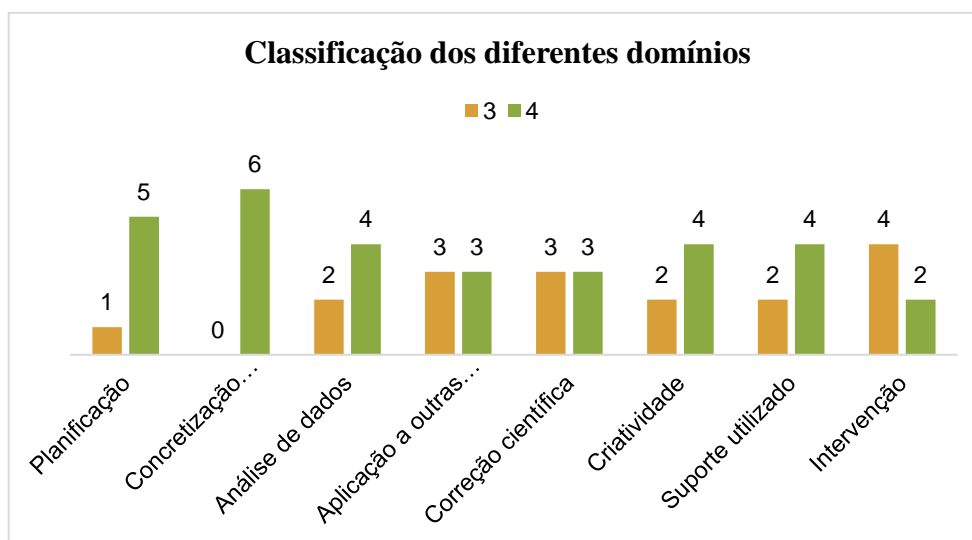
Os pensamentos crítico e criativo também foram desenvolvidos, uma vez que a maioria dos alunos conseguiu relacionar todas as componentes pretendidas da atividade, interligando a origem da doença infecciosa com a importância da higienização e de forma criativa, havendo cartazes apelativos e de sensibilização, sites, posters e panfletos que facilmente seriam mostrados à comunidade.

Depois de avaliar estes suportes escolhidos pelos alunos, noto que os resultados são coerentes com o desempenho evidenciado pelas classificações obtidas por cada grupo na atividade (Anexo 5.1). Uma vez que a atividade não foi construída na base de oferecer um protocolo estilo “receita” aos alunos, e eles próprios tiveram que decidir o que queriam investigar, levou ao desenvolvimento de determinadas competências relacionadas com o raciocínio, formulação de hipóteses e manipulação de variáveis. Para além disso os dados obtidos foram analisados com rigor, e foi demonstrado um bom domínio dos conceitos e



informações. A maioria dos alunos apresenta planos de investigação claros e são capazes de formular o problema e discuti-lo de forma crítica, outros apresentam planos bem estruturados e conseguem formular, de forma geral, o problema. Todos os alunos foram capazes de realizar as inoculações e observações de forma correta e consistente, com precisão, utilizando os instrumentos necessários. A maioria dos alunos sintetizou as informações de forma correta, estabelecendo relações entre elas, indo para além dos dados recolhidos e relacionando as conclusões com outros temas.

Em termos de criatividade, todos os grupos utilizaram suportes de apresentação com recurso a audiovisuais de qualidade, apesar de metade não os explorar corretamente. Ainda assim, as apresentações foram criativas tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados, criando sites, panfletos e cartazes que conjugavam a pesquisa feita acerca da doença infecciosa, uma sensibilização acerca da higienização como prevenção da doença e alguns resultados obtidos da inoculação de microrganismos. Estas competências foram desenvolvidas e são evidenciadas pelos resultados bons e excelentes em cada um dos descritores (Figura 9).



**Figura 9.** Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios na atividade experimental, em que 3 - bom, 4 - excelente.

## 1.2. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos nas atividades de pesquisa?

As atividades de pesquisa fizeram parte de toda a intervenção, em que os alunos fizeram pesquisa acerca de uma doença infecciosa, selecionaram informação

para a argumentação a usar no debate sobre biotecnologia e, de forma mais aprofundada, procuraram formas de responder à questão “Como podem a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?”. As competências a desenvolver estavam relacionadas com a criatividade, capacidade de análise e síntese de informação, autonomia, cooperação e comunicação.

Em resposta aos questionários aplicados após a atividade de pesquisa sobre a prevenção e diagnóstico de desequilíbrios imunológicos, apenas um dos alunos não considerou ter desenvolvido competências relacionadas com a seleção e análise da informação recolhida. No geral, a grande maioria também assume ter desenvolvido a autonomia e o pensamento criativo. Onze alunos referiram desenvolver a cooperação, já que a maioria das pesquisas foi feita em grupos, e apenas oito alunos referiram ter desenvolvido a comunicação. Ainda assim, as competências selecionadas pelos alunos estão de acordo com o pretendido durante as atividades (Figura 10).



**Figura 10.** Competências desenvolvidas durante as atividades de pesquisa.

Tendo em conta a observação feita durante as aulas, penso que a maioria dos alunos tenham desenvolvido as competências supracitadas, principalmente relacionadas com a seleção e análise de informação. No entanto, há outras a destacar.

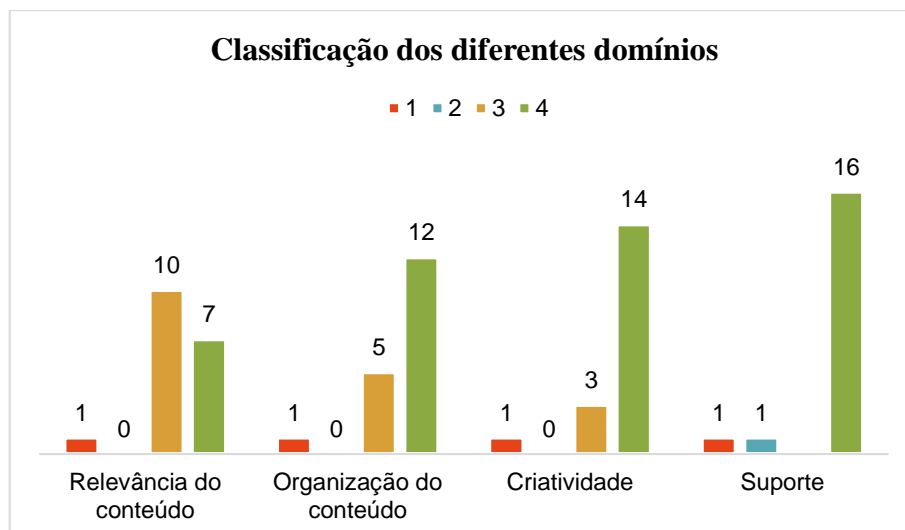
Apesar de as pesquisas terem sido realizadas em grupo, muitos deles geriram as tarefas a realizar de forma a que cada elemento ficasse responsável por um tema a pesquisar. Apenas um dos grupos decidiu realizar todas as pesquisas em

aula, na presença de todos os elementos do grupo, e fazer o tratamento da informação recolhida em conjunto. Ainda assim, na apresentação dos trabalhos finais, notou-se claramente que alguns grupos haviam desenvolvido a cooperação e conseguiam completar o que os colegas haviam pesquisado, estando a par de tudo o que fora desenvolvido. No entanto, em metade dos grupos notou-se a compartimentação de tarefas durante as pesquisas, tanto que alguns alunos deixaram escapar “esta é a tua parte” durante a apresentação do trabalho final ou não conseguiam adicionar informação relevante ao discurso dos colegas. Assim, nem todos, dentro do mesmo grupo, conseguiram desenvolver as mesmas competências.

A autonomia foi desenvolvida no sentido em que os alunos tiveram liberdade para escolher os temas a investigar, apesar de dentro de limites definidos por mim, inicialmente. Ainda assim, apesar de esta turma ser muito autónoma como já foi referido, houve muita orientação da minha parte no sentido de esclarecer dúvidas acerca de conceitos que iam surgindo com a pesquisa dos alunos, que muitas das vezes também me fizeram pesquisar acerca de mecanismos específicos de determinadas doenças.

A forma de apresentar a informação e relacioná-la com a informação obtida durante as restantes atividades foi livre e, por isso, os alunos também desenvolveram a criatividade. Um dos grupos decidiu que esta seria a grande competência a desenvolver, já que sempre quiseram experimentar ser mais criativos e decidiram compilar toda a informação recolhida através de um canal de Youtube. Os restantes grupos decidiram-se por sites e revistas digitais, pelo que, aliada à criatividade também desenvolveram competências relacionadas com as tecnologias.

Associando todos estes dados e comparando-os com as classificações do trabalho final (Anexo 5.3.), que englobava todas as pesquisas realizadas durante a intervenção, verifica-se que os resultados estão, em grande parte, de acordo com o desempenho. Algumas das competências referidas são demonstradas pelos resultados excelentes (nível 4) que a grande maioria dos grupos atingiu nos diferentes descritores, apesar de, num outro extremo, um dos alunos não ter conseguido passar no nível 1 por não ter colaborado com o seu grupo (Figura 11).



**Figura 11.** Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios do trabalho final, em que 1 – insuficiente, 2 – suficiente, 3 – bom, 4 – excelente.

### 1.3. Quais as competências desenvolvidas pelos alunos na atividade de debate em *role play*?

A atividade de debate em *role play* compreendeu três momentos: seleção da argumentação individualmente, debate e síntese pós-debate realizada em grupos. Teve como objetivos promover o desenvolvimento de competências tais como a autonomia, argumentação, comunicação, capacidade de análise e espírito crítico e criativo.

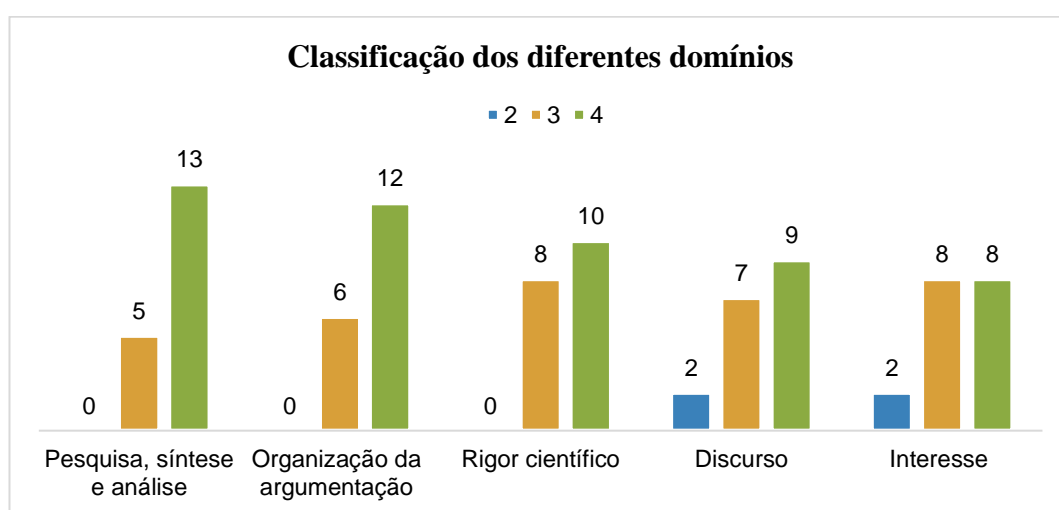
Em resposta ao questionário aplicado após a atividade, a grande maioria dos alunos considerou ter desenvolvido competências relacionadas com a seleção e análise de informação, argumentação e pensamentos crítico e criativo (Figura 12).



**Figura 12.** Competências desenvolvidas durante a atividade de debate em *role play*.

À semelhança da atividade anterior, e do que pude observar durante as aulas referentes ao antes, durante e depois do debate em *role play*, concordo que os alunos tenham desenvolvido competências relacionadas com a seleção e análise da informação, mas também capacidade de síntese, uma vez que a grande maioria tinha recolhido muita informação acerca da personagem que lhes tinha sido atribuída e tiveram de resumir toda a argumentação apenas numa página. No entanto, durante o debate, os alunos utilizaram toda a informação recolhida, que ultrapassava a página pretendida, para servir de argumentos adicionais e ainda usaram os computadores e telemóveis para pesquisar alguns temas a serem debatidos no momento. Desta forma, desenvolveram o espírito crítico e também criativo, na medida em que, para além de saberem argumentar e escolherem a altura mais pertinente para exporem os seus argumentos, estes tinham sempre de estar de acordo com a personagem atribuída, que nem sempre ia de encontro aos ideais dos alunos. Competências relacionadas com a comunicação e argumentação tiveram um forte peso durante todo o debate, apesar de serem inerentes a todas as etapas da atividade.

Tendo em conta as classificações dos alunos nesta atividade, verifica-se que os resultados são coerentes com o seu desempenho individual (Anexo 5.2). Algumas destas competências foram desenvolvidas pelos alunos e são evidenciadas pelos resultados bons (nível 3) e excelentes (nível 4) em cada um dos descritores, havendo apenas 4 resultados suficientes (nível 2) (Figura 13).



**Figura 13.** Classificação (de 1 a 4) dos diferentes domínios na atividade de debate em *role play*, em que 2 – suficiente, 3 – bom, e 4 – excelente.

A maioria dos alunos demonstrou facilidade em selecionar a informação e analisá-la, apresentando uma muito boa síntese da informação mais pertinente. Cinco alunos mostraram alguma dificuldade em selecionar a informação, mas apresentaram uma boa síntese da informação mais pertinente, pelo que se pode concluir que se desenvolveram competências relacionadas com a seleção e análise de informação.

Na organização da argumentação, a maioria dos alunos conseguiu associar termos e conceitos de forma correta e organizada, com base em evidências, elaborando argumentos-chave de forma muito clara e muito bem estruturada. No entanto, houve seis alunos que demonstraram algumas dificuldades em explicar os argumentos-chaves elaborados por palavras próprias. Assim, penso que foram desenvolvidas competências relacionadas com a argumentação e comunicação.

A maioria dos alunos revelou apropriação da personagem atribuída e demonstrou conhecimento da argumentação, apresentando exemplos pertinentes. Também a maioria revelou um discurso audível durante o debate, com boa articulação da voz e expressividade, havendo apenas dois alunos com um discurso inaudível, com voz insegura e pouca expressividade. No entanto, mesmo para estes alunos, houve desenvolvimento de competências de comunicação, já que alguns deles referiram “pânico em falar em público”, havendo mesmo um dos alunos, com espectro de autismo, que não costuma participar oralmente nas aulas e fê-lo durante o debate.

## **2. Como podem as atividades investigativas contribuir para a aprendizagem dos alunos?**

### **2.1. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na atividade experimental?**

De acordo com os questionários aplicados no final da atividade experimental (Apêndice D1), os alunos afirmaram ter aprendido a planificar uma atividade experimental, a manipular os materiais em laboratório, e a analisar de forma autónoma os dados recolhidos. Também realizaram aprendizagens relacionadas com alguns conceitos, tais como doenças infecciosas, a importância da higienização e sobre a ubiquidade e crescimento de microrganismos, havendo ainda um aluno a referir que não aprendeu nada durante a atividade (Quadro 5).

Questão: Que aprendizagens fizeste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Procedimental</b>	Desenvolvimento da atividade	"Criar um panfleto visualmente apelativo é difícil fazer (...)"	2
	Manipulação do material	"Ganhei algum conhecimento das precauções necessários quando se inoculam bactérias e do processo de uma forma geral."	2
<b>Concetual</b>	Crescimento de microrganismos	"Como os microrganismos são eliminados, ou pelo contrário, como crescem estas colónias". "Aprendi que a utilização de lactose ou outros alimentos em sabonete pode promover o desenvolvimento bacteriano."	7
	Doenças infecciosas	"Novos conhecimentos acerca da doença estudada."	1
	Importância da Higienização	"Consegui aprender que a desinfeção seja um passo importante na prevenção de doenças." "Importância da higiene pessoal, especialmente em locais públicos, assim como ter cuidado com que materiais de lavagem utilizar."	3
	Outros	"Aprendi com os resultados da experiência." "Ao fazer o relatório descobri que o álcool a 70% elimina melhor bactérias do que o álcool a 98%, o que é um facto interessante."	4

**Quadro 5.** Aprendizagens realizadas durante a atividade experimental.

As aprendizagens que reuniram mais consenso entre a turma foram as relacionadas com conceitos, como acerca do crescimento de microrganismos e da importância da higienização, que partiu da discussão realizada na primeira aula, de pesquisa e das conclusões retiradas da análise dos dados obtidos por cada grupo. Os alunos referem os dados obtidos e relacionam-nos com o crescimento ou eliminação das bactérias, tendo em conta a higiene pessoal e de espaços públicos como uma forte medida de prevenção.

De forma a que as aprendizagens fossem maximizadas, alguns alunos afirmaram que aprenderiam melhor se tivessem tido mais tempo para pesquisa, no sentido de enriquecer a planificação e execução da atividade, assim como teriam gostado de explorar mais acerca de alguns temas, nomeadamente "observar as culturas de bactérias ao microscópio" ou ter pesquisado "sobre doenças infecciosas mais complexas". Para além disso, os alunos pensam que ter incluído a preparação do meio de cultura na atividade teria sido uma mais valia para as suas aprendizagens (Quadro 6).

Questão: O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimental	Gestão de tempo	"Ter tido mais tempo para pesquisar sobre a experiência e assim melhorar a nossa planificação e execução da mesma".	3
	Manipulação do material	"Realizar a preparação do meio de cultura por mim mesma" "Melhor técnica de inoculação"	2
	Exploração	"Gostaria de ter explorado mais os diferentes tipos de certos produtos na eficiência (objetivo do trabalho)". "Ter escolhido uma doença com mais informação."	2
Orientação da professora	Transmissão de conceitos	"Ter-nos sido ensinado a distinguir colónias de bactérias de colónias de fungos." "A professora poderia ter feito uma conclusão com a informação mais importante a reter."	3
	Organização da atividade	"Experiência mais organizada."	1

**Quadro 6.** O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem melhor.

No entanto, alguns alunos afirmaram que realizar atividades práticas deste cariz os faz aprender, "mas talvez também um bocado de explicação" teria potencializado as suas aprendizagens, assim como teria sido importante que a professora tivesse ensinado acerca de determinados conceitos previamente, tais como as diferenças entre bactérias e fungos, ou "ter feito uma conclusão final com a informação mais importante a reter".

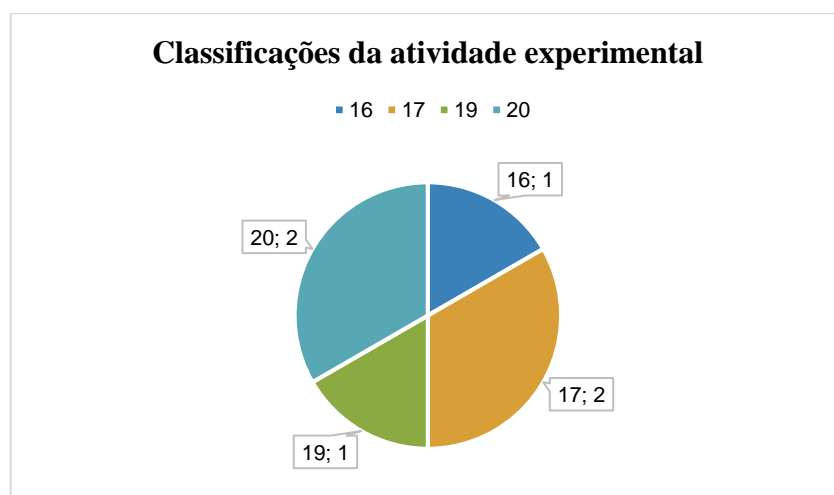
De facto, a atividade foi centrada nos alunos, já que se trata de uma atividade laboratorial do tipo experimental, a partir de um problema, ou seja, com um grau de abertura muito elevado. Desta forma, tentei sempre orientar os alunos de maneira a que conseguissem formular questões que quisessem ver respondidas, em vez de transmitir essa informação antes de ser solicitada. Ainda assim, uma vez que os alunos nunca haviam explorado crescimento de microrganismos em placas de Petri e não estavam familiarizados com a técnica, iniciei o procedimento com um momento transmissivo, demonstrando a técnica para que todos a conhecessem antes de colocarem as suas planificações em prática.

De acordo com os alunos, pode, então, concluir-se que a atividade "Mãos limpas, corpo saudável" contribuiu para a realização de aprendizagens significativas, já que os sensibilizou para a existência de doenças infecciosas que podem ser prevenidas a partir da higienização, uma vez que "tudo à nossa volta está cheio de bactérias. Diferentes locais, diferentes bactérias", apesar da dificuldade da



gestão do tempo que não permitiu os alunos maximizarem as suas aprendizagens e explorarem mais alguns temas.

Estes resultados são apoiados pelo desempenho dos alunos durante a atividade (Figura 14), que foi bastante positivo, havendo classificações entre os 16 e 20 valores, com média de 18,2.



**Figura 14.** Classificações obtidas na atividade experimental.

## **2.2. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos nas atividades de pesquisa?**

A análise dos questionários aplicados (Apêndice D2) demonstrou que os alunos aprenderam essencialmente conceitos e desenvolveram algumas competências durante as atividades de pesquisa (Quadro 7). Onze alunos afirmaram ter aprendido acerca dos desequilíbrios do sistema imunitário “e os fatores que os colocam em risco”, tais como “doenças e agentes patogénicos”, “o que é uma doença autoimune”, “casos de hipersensibilidade” assim como “formas de tratamentos de certas doenças” e de “prevenção”. Quatro alunos referiram ter aprendido sobre “o funcionamento do Sistema Imunitário” e outros referem ainda aprendizagens acerca do contributo da biotecnologia e o desenvolvimento da ciência no controlo de doenças. Alguns alunos admitiram ter aprendido a organizar o pensamento e “estruturar o raciocínio” ou mesmo “como realizar um site”, competências que já foram referidas neste trabalho.

Questão: Que aprendizagens fizeste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Conceitos</b>	Desequilíbrios do sistema imunitário	“Formas de transmissão e prevenção de doenças bem como os contratempos que os doentes têm.” “O que é uma doença autoimune e uma hipersensibilidade, descobri como funcionam.”	11
	Fisiologia do Sistema Imunitário	“Fiquei a perceber melhor a dinâmica do nosso sistema imune.” “Aprendi muito sobre o SI e como funciona (...)”	4
	Biotechnology	“(...) sobre como a biotecnologia ajuda ou influencia o mesmo.”	1
	Desenvolvimento da ciência	“Aprendi que embora a ciência já esteja bastante desenvolvida existem áreas que o Homem ainda não tem controlo.”	1
	Outros	“Tudo relacionado com o nosso tema.” “Tudo o que investiguei.”	2
<b>Competências</b>	Raciocínio	“A estruturar o raciocínio (...)”	1
	Seleção da informação	“(...) a organizar o meu pensamento e escrita de forma a ser acessível a toda a população.” “(...) organizar-me melhor na elaboração e construção dos trabalhos de pesquisa.”	2

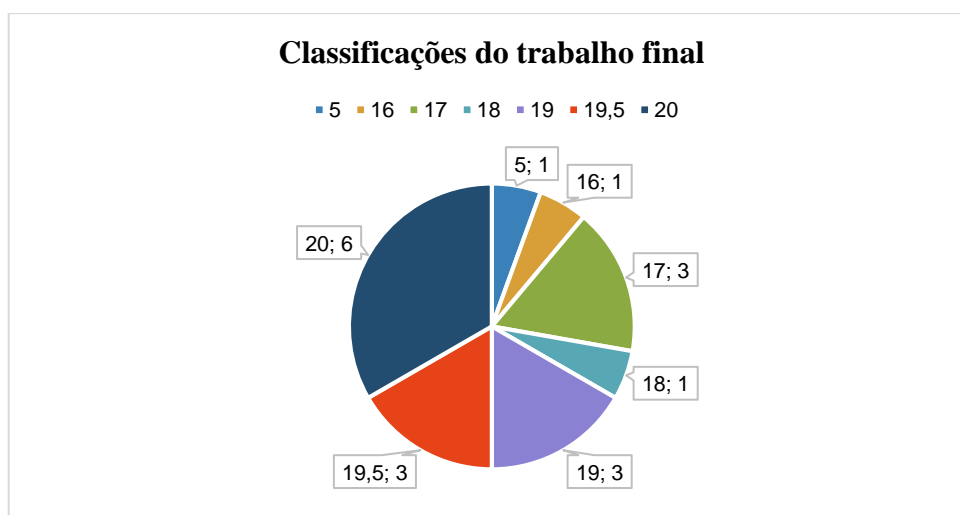
**Quadro 7.** Aprendizagens realizadas durante as atividades de pesquisa.

De forma a que as aprendizagens fossem maximizadas, alguns alunos afirmaram que aprenderiam melhor se tivesse havido uma orientação diferente da parte do professor durante as atividades. Três alunos referiram que, por um lado, “podia ter sido usada uma forma mais dinâmica para aprender certos aspetos para além da pesquisa”, e por outro deveria ter havido “maior clareza no que foi pedido, pois era muito geral”. Três alunos também referiram que teria sido importante “rever parte da matéria”, em “mais aulas teóricas” para introduzir conceitos importantes para o desenvolvimento das atividades. Alguns alunos ainda sugeriram “discutir mais em aula” e gerir o tempo de forma a “investigar mais a fundo”. Ainda assim, sete alunos pareceram estar satisfeitos com as aprendizagens desenvolvidas, afirmando que não havia mais nada a ser feito para aprenderem melhor e um dos alunos acrescentou: “consegui aprender mais ao meu ritmo e sempre que tive dúvidas foram esclarecidas” (Quadro 8). De facto, como já foi referido, durante as atividades de pesquisa tentei orientar todos os grupos e esclareci todas as dúvidas relacionadas tanto com a logística das atividades como sobre conceitos, em aula como permanentemente através do *Edmodo*.

Questão: O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimental	Discussão	Discutir mais em aula.	1
	Gestão de tempo	"Haver mais tempo para a pesquisa (...)" "Mais tempo para realizar o trabalho."	2
Orientação do professor	Pesquisa	"Uma procura mais exaustiva para encontrar fontes de informação melhores." "Investigar mais a fundo."	2
	Organização da atividade	"Maior clareza no que foi pedido, pois era algo muito geral." "(...) existirem mais tópicos, ou seja, a professora delimitar a nossa pesquisa." "Podia ter sido usada uma forma mais dinâmica para aprender certos aspetos para além da pesquisa."	3
	Transmissão de informação	"Podíamos ter tido uma aula em que introduzíssemos alguns conceitos importantes de forma mais ou menos aprofundada." "Se calhar rever parte da matéria." "Mais aulas teóricas."	3

**Quadro 8.** O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem mais durante a atividade.

Comparando as respostas dos alunos com as observações realizadas durante as aulas relativas à atividade e as classificações obtidas pelos alunos (Figura 15), podemos assumir que estão em acordo. A turma, no geral, apresentou um bom desempenho, obtendo classificações entre os 5 e 20 valores, com uma média de 18,1.



**Figura 15.** Classificações obtidas pelos alunos no trabalho final.

Apesar de a avaliação das atividades de pesquisa, excetuando a seleção da informação referente ao debate em *role play*, foi realizada em grupos, no entanto algumas notas foram diferenciais, tendo em conta a observação em sala de aula e

também a auto e coavaliação feita pelos alunos, na última semana de aulas. Assim, um dos alunos não participou ativamente na realização de todas as tarefas propostas, pelo que é inconclusivo compreender as aprendizagens realizadas. Os restantes alunos, de forma geral, empenharam-se em aprender durante as atividades. Na verdade, uma das alunas comentou com um dos colegas de grupo, na hora de escolher doenças a investigar, que queria pesquisar sobre uma doença completamente nova: “Eu quero mesmo aprender sobre isto”.

Para além das classificações do trabalho final, numa das aulas finais de balanço da Unidade 3, foi realizada uma breve discussão das questões formuladas pelos alunos no início da intervenção, e a grande maioria conseguiu formular raciocínios lógicos para responder a todas elas, tendo em conta o que haviam aprendido durante as atividades de pesquisa.

### 2.3. Quais as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na atividade de debate em *role play*?

A análise dos questionários aplicados no final da atividade (Apêndice D3) revelou que os alunos aprenderam principalmente conceitos acerca “de determinadas áreas da biotecnologia”, nomeadamente “sobre alimentos geneticamente modificados e sobre os mecanismos e perigos dos antibióticos”, assim como “imunoterapia e como ajuda tantas pessoas” e “novos tratamentos” (Quadro 9).

Questão: Que aprendizagens fizeste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Relação com personagem	“Aprendi mais contra-argumentos para o meu personagem.” “Uma das coisas que mais gostei de aprender tinha a ver com a minha personagem (...)”	4
	Biотecnologia	“Aprendi bastante sobre alimentos geneticamente modificados e sobre os mecanismos e os perigos dos antibióticos.” “Aprendi bastante sobre a biotecnologia e em que áreas atua.”	10
Competências	Argumentação	“Aprendi melhor a saber estruturar argumentos sólidos (...)” “Aprofundei a minha aprendizagem em argumentação.”	5
	Seleção de informação	“Aprendi a selecionar melhor a informação (...)”	1
	Raciocínio	“(...) a organizar o meu pensamento.”	1

**Quadro 9.** Aprendizagens realizadas durante a atividade de debate em *role play*.

Para além disso, referem ter aprendido a “estruturar argumentos sólidos” e aprofundar o desenvolvimento da competência da argumentação, como descrito anteriormente. Também através da relação da argumentação com a personagem que lhes fora atribuída, os alunos afirmam ter realizado aprendizagens específicas para cada uma delas, tais como “sobre a lei”, “sobre outros conceitos espirituais”, havendo mesmo um aluno a afirmar que das coisas que mais gostou de aprender estava relacionado com características da personagem.

Enquanto que três alunos afirmaram não haver nada a acrescentar à atividade, no sentido de terem aprendido melhor, por outro lado alguns alunos afirmam que teriam realizado mais aprendizagens se tivesse havido uma melhor gestão do debate, maior interação com a professora ou terem realizado debates anteriormente com maior frequência (Quadro 10).

Questão: O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Gestão do debate</b>	Gestão de tempo	“Haver mais tempo para mais argumentos serem expostos e debatidos.” “Mais tempo de preparação (...)”	3
	Interação com professor	“Que um professor tivesse explicado a matéria numa aula.” “Mais interação com os professores.”	3
	Maior frequência	“Fazer debates mais frequentes.” “(...) mais prática neste tipo de atividades.”	2
<b>Role play</b>	Pesquisa	“Poderia ter visitado locais espirituais.” “Devia ter pesquisado mais sobre a biotecnologia em si.”	2
	Atribuição das personagens	“Se calhar as personagens escolhidas terem uma maior ampliação nas diversas áreas mencionadas.” “Mais variedade nos temas e outras personagens.”	2
	Interesse na personagem	“Acho que sobre o tema que me foi encarregado não conseguiria aprender melhor, uma vez que não tinha muito interesse no tema.”	1
	Argumentação utilizada	“Mais seriedade da parte dos representantes da consagração religiosa e medicinas alternativas.”	1

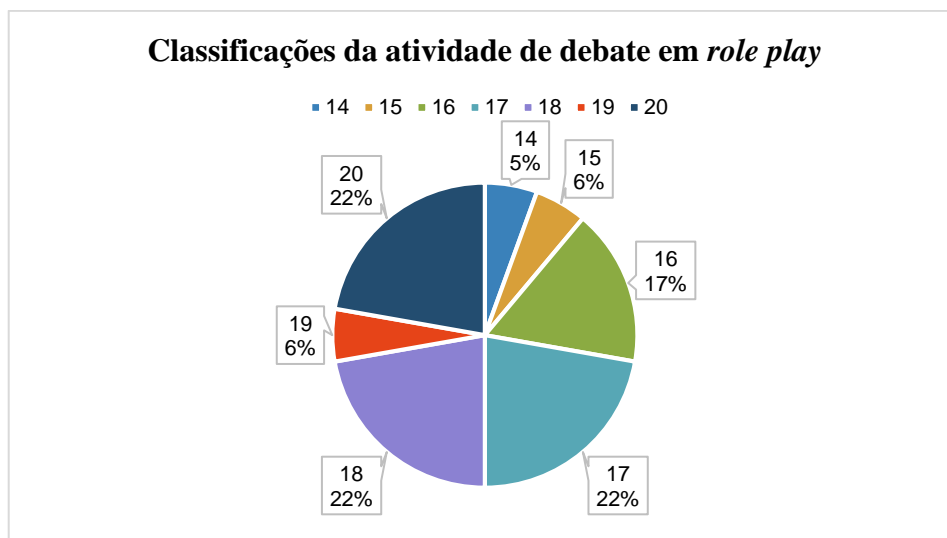
**Quadro 10.** O que poderia ter sido feito para que os alunos aprendessem melhor.

Três alunos assumiram que deveria ter existido mais tempo na exposição dos argumentos e na preparação do debate, “assim aprendia-se mais sobre alguns temas”. Por outro lado, também três alunos afirmaram que teria sido vantajoso “que um professor tivesse explicado a matéria numa aula” ou ter feito “uma pequena introdução teórica de modo a que toda a gente tivesse uma espécie de contextualização comum dado o carácter variado das personagens”. “Fazer debates

com maior frequência”, para que os alunos tenham “mais prática neste tipo de atividades” também foi relatado com uma mais valia nas aprendizagens.

Em relação ao *role play*, dois alunos referiram que poderiam ter aprendido mais acerca de biotecnologia ou de contributos para a sua personagem se tivessem realizado mais pesquisa. Dois alunos também referiram que as personagens propostas deveriam ter “uma maior ampliação nas diversas áreas mencionadas” e haver “mais variedade nos temas (...)”. Também durante as aulas, durante a atribuição das personagens, um aluno havia referido que deveria haver um maior leque de opções, principalmente as que utilizariam argumentos contra a biotecnologia ou de enriquecimento do debate (neutras). Um aluno assumiu que não tinha muito interesse na personagem que lhe fora atribuída, apesar de ter conseguido maximizar as suas aprendizagens. Outro aluno referiu que algumas personagens deveriam ter mostrado “mais seriedade” na argumentação utilizada.

Comparando as respostas dos alunos com as observações realizadas durante as aulas relativas à atividade e as classificações obtidas pelos alunos (Figura 16), podemos assumir que são coerentes. Os alunos apresentaram um bom desempenho, obtendo classificações entre os 14 e 20 valores, com uma média de 17,56.



**Figura 16.** Classificações obtidas na atividade de debate em *role play*.

Assim, podemos concluir que os alunos desenvolveram aprendizagens relacionadas com a análise de informação relativa a biotecnologia, no diagnóstico e controlo de doenças, assim como desenvolveram e ponderaram diferentes argumentos, diferenciando pontos de vista diferentes referentes às diferentes personagens atribuídas a cada um, o que estava de acordo com os objetivos

definidos para a atividade. De forma a que estas aprendizagens fossem potenciadas, a repetir a atividade, talvez fizesse uma gestão diferente do tempo, tanto na preparação dos argumentos como durante o debate, já que foram discutidos seis temas em 90 minutos, ficando muitos dos argumentos preparados pelos alunos por expor. Para além disso, talvez realizasse a atividade sem a componente de *role play*, para poder comparar as vantagens e desvantagens nas aprendizagens nos alunos.

### **3. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos, quando envolvidos em atividades investigativas?**

#### **3.1. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer da atividade experimental?**

Tendo em conta as respostas dos alunos aos questionários aplicados no final da atividade “Mãos limpas, corpo saudável?”, as maiores dificuldades sentidas pelos mesmos relacionaram-se com a técnica e manipulação do material, já que os alunos nunca tinham realizado uma inoculação de microrganismos e não foi fácil “manter tudo o mais higienizado possível e com a menor contaminação do exterior”, referindo ainda o facto de, por haver poucas placas de Petri disponíveis por grupo, não poderem errar. Houve dificuldades na gestão da atividade, nomeadamente do tempo e na própria organização das diferentes tarefas propostas, como relacionar os resultados obtidos na experiência com a pesquisa de uma doença infecciosa. A análise dos resultados também se relevou difícil para um dos alunos, uma vez que tem graves problemas de visão e a contagem das colónias teve de ser auxiliada pelos colegas de grupo. Um dos elementos de um dos grupos também assumiu ter dificuldades em “manter o grupo em cooperação”. No entanto, dois alunos assumiram não ter sentido dificuldades durante a realização da atividade (Quadro 11).

Para ultrapassar as dificuldades referidas, os alunos propuseram soluções que, maioritariamente, estão relacionadas com uma boa técnica e manipulação dos materiais, conjugadas com a cooperação entre elementos dos grupos e a própria orientação da professora, que foi solicitada durante todas as fases da atividade proposta (Quadro 12).

Questão: Quais foram as maiores dificuldades que sentiste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Processual	Manipulação do material e técnica	"Manter o ambiente esterilizado e impedir contaminações das amostras." "Criação de um ambiente devidamente esterilizado, para que ocorresse o mínimo de erros experimentais possíveis."	8
	Recolha de dados	"(...) contar as colónias mais pequenas de bactérias e em ter a noção de quais placas tinham mais colónias (...)"	1
Gestão da atividade	Gestão de tempo	"Pouco tempo, muito trabalho." "Organização do tempo."	3
	Organização das tarefas	"Relacionar a doença com a história da humanidade." "Incorporar a atividade experimental com o outro trabalho que estava a fazer."	3
	Trabalho de grupo	"Manter o grupo em cooperação."	1

**Quadro 11.** Maiores dificuldades sentidas pelos alunos durante a atividade experimental.

Questão: Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Processual	Manipulação do material e técnica	"Utilizando material esterilizado" "Aprendendo a técnica corretamente"	7
	Recolha de dados	"Pus as placas por debaixo de um caderno escuro de forma a criar contraste (...)"	1
Gestão da atividade	Gestão de tempo	"Esforçando-me mais no último dia da entrega do trabalho". "Pensamento crítico e criativo."	2
	Orientação da professora	"Com a ajuda da professora, que nos deu dicas de como ter um ambiente esterilizado." "Pedindo ajuda da professora quando tinha alguma dificuldade na realização da atividade."	4
	Cooperação	"Cooperação e comunicação entre os elementos do grupo." "Dividindo as tarefas entre o grupo, mas ajudando e pedindo ajuda aos outros membros do grupo".	7

**Quadro 12.** Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades sentidas durante a atividade.

De facto, notei que uma das grandes dificuldades durante a atividade esteve relacionada com a conjugação das diferentes etapas da mesma e consequentemente com a planificação de um procedimento experimental que se pudesse relacionar com uma doença infecciosa, provocada por um agente patogénico facilmente disseminado na ausência de boas práticas de higiene pessoal e comunitária. Aliada a esta dificuldade, esteve também a gestão do tempo e a não familiarização com a técnica de inoculação de microrganismos.



Estas dificuldades poderiam ter sido ultrapassadas no sentido de realizar mais atividades laboratoriais, do tipo experimental, e haver uma orientação por parte do professor mais focada em cada um dos grupos, disponibilizando-lhes fontes bibliográficas que direcionem a sua pesquisa e esclarecendo todas as etapas da atividade, que não tenham ficado explícitas no guião do aluno disponibilizado. De certa forma, os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades, o que se reflete nos bons resultados obtidos na avaliação da atividade.

### 3.2. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer das atividades de pesquisa?

De acordo com as respostas dos alunos aos questionários aplicados no final das atividades de pesquisa, as maiores dificuldades sentidas relacionaram-se com a gestão de tempo e a pesquisa e seleção de informação (Quadro 13).

Questão: Quais foram as maiores dificuldades que sentiste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Processual	Tipo de atividade	“Trabalhar com o método de apresentação escolhido.” “Selecionar imagens para inserir nos projetos de investigação.”	3
	Trabalho envolvido	“Foi muito trabalhoso.”	1
Gestão da atividade	Gestão de tempo	“Gestão de tempo das pesquisas e problemas em me lembrar das datas de entrega.” “Pouca informação e gestão de tempo.”	7
	Organização das tarefas	“(.) devido à nossa desorganização.”	1
	Pesquisa e seleção da informação	“Pouca informação (...)” “A seleção da informação mais importante.” “Recolha e organização da informação.”	6
	Trabalho de grupo	“O facto de apenas eu me preocupar com os trabalhos. Trabalhei praticamente sozinha.”	1
Concetual	Compreensão dos conceitos	“Compreender a matéria a estudar” “Falta de conhecimento”	2

**Quadro 13.** Maiores dificuldades sentidas pelos alunos durante as atividades de pesquisa.

Sete alunos referiram que tiveram o “tempo limitado, uma vez que o trabalho pedido tinha uma grande dimensão” e, por isso, sentiram dificuldade em “racionalizar o tempo disponível”. Seis alunos referiram que ter sentido dificuldade em “saber escolher a informação mais pertinente e fiável” e que, por vezes, existia “pouca informação” acerca de temas mais específicos, como “em relação ao funcionamento da placenta”. Os alunos também referiram ter sentido dificuldades

em criar um formato ideal para expor a informação recolhida, a organizar as tarefas individualmente e em grupo, havendo uma aluna a assumir que trabalhou “praticamente sozinha”, e na compreensão de determinados conceitos.

Apesar de não ter sido referido pelos alunos, notei que alguns sentiram dificuldade em recolher e sintetizar informação tendo em conta os prazos estabelecidos para realizar as atividades. Alguns alunos chegaram a pedir prazos de entrega maiores, para que as pesquisas pudessem ter mais qualidade. Ainda assim, esta dificuldade está, de certo modo, relacionada com a gestão ineficaz do tempo.

Para ultrapassar as dificuldades referidas, nomeadamente na gestão do tempo, seis alunos afirmaram ter conseguido fazê-lo “trabalhando muito mais quando a data de entrega se aproximou” ou trabalhando em grupo, distribuindo diferentes tarefas entre os elementos. Em relação às dificuldades em pesquisar a informação, os alunos leram “bastante sobre o assunto” e procuraram fazer “pesquisa em várias fontes e vários suportes, até compreender” os conceitos. Enquanto alguns alunos preferiram ser autónomos e ultrapassar as dificuldades “aprendendo sozinho”, outros fizeram-no “com ajuda (...) das colegas de grupo” e “com a ajuda dos professores” (Quadro 14).

Questão: Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Gestão da atividade</b>	Gestão de tempo	“(…) utilizando o tempo da melhor forma possível” . “Em grupo dividimos os tópicos e temas para facilitar a gestão do nosso tempo.”	6
	Pesquisa de informação	“Fazendo pesquisa em várias fontes e vários suportes, até compreender.” “Lendo bastante sobre o assunto e falando com alguém que soubesse mais do tema.”	3
	Trabalho de grupo	“Pedindo às colegas de grupo ajuda.” “Com ajuda (...) das colegas de grupo.” “Em grupo dividimos os tópicos e temas para facilitar a gestão do nosso tempo.”	3
	Orientação da professora	“Perguntando à professora (...)” “Com a ajuda dos professores (...)”	2
	Autonomia	“Aprendendo sozinho (...)” “Trabalhei muito.” “Mentalizei-me que se não fosse eu ninguém faria.”	3
	Outros	“Procurei gráficos representativos dos dados que tínhamos encontrado e elaborei um friso cronológico.” “Formatando os documentos.”	2

**Quadro 14.** Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades durante a atividade.

Apesar de não ter havido alunos a referir não ter conseguido ultrapassar dificuldades, pelo que foi observado durante as aulas, alguns grupos não o fizeram, sobretudo na gestão do tempo e das tarefas a realizar em grupo, o que se refletiu nos resultados do trabalho final em que um dos alunos teve classificação negativa. No entanto, a maioria penso que conseguiu ultrapassar as dificuldades, já que houve muitas dúvidas que foram esclarecidas com os professores, em sala de aula, e através do *Edmodo*.

A repetir este tipo de atividades, de modo a que os alunos não sentissem as dificuldades referidas, poderia tentar atribuir funções específicas a cada elemento dos grupos, para que a gestão da atividade fosse facilitada, e talvez adaptar a quantidade de tarefas pedidas ao tempo disponível. Apesar de as pesquisas terem muita qualidade, sinto que os alunos precisavam de mais tempo e de o conseguir aproveitar melhor, em aula.

### **3.3. Quais as dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer da atividade de debate em role play?**

Tendo em conta as respostas dos alunos aos questionários aplicados no final da atividade, as maiores dificuldades sentidas relacionam-se com a exposição dos argumentos, síntese e escolha de informação, e da relação com a personagem atribuída, durante o *role play* (Quadro 15). Seis alunos referiram ter dificuldade em “conseguir expor e defender” os argumentos de forma correta ou decidir o momento mais pertinente para intervir durante o debate. Apesar de alguns alunos terem pesquisado durante a discussão, à medida que os argumentos e contra-argumentos sobre os diferentes temas iam surgindo, houve dificuldades “em pensar em novos argumentos para além daqueles que tinha planeado”. Seis alunos assumiram ter dificuldade em “procurar informações úteis” por “falta de informação legítima”, que se relacionava com as diferentes personagens mais ou menos relacionadas com áreas próximas da biotecnologia. Cinco alunos sentiram dificuldades em “conseguir entrar na personagem”, manter as ideias pessoais longe do papel a representar e ainda “consegui ficar indiferente relativamente a determinadas opiniões”. Apenas um aluno referiu não ter sentido quaisquer dificuldades durante a atividade.

Questão: Quais foram as maiores dificuldades que sentiste?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Processual	Exposição dos argumentos	“Ter o à vontade para expor os meus argumentos corretamente.” “Pessoalmente, senti dificuldade em expressar os meus argumentos e em perceber qual era a melhor altura para intervir. Senti ainda dificuldade em pensar em novos argumentos para além daqueles que tinha planeado.”	6
	Síntese e escolha de informação	“Escolher os tópicos mais adequados ao meu personagem.” “Foi difícil encontrar informação credível na internet sobre os assuntos abordados.”	6
	Relação com a personagem	“Alguns tópicos, embora eu achasse que fossem errados, tinha que arranjar forma de as justificar através da minha personagem.” “Conseguir entrar na personagem. Foi difícil manter as minhas ideias pessoais longe da minha personagem.”	5

**Quadro 15.** Maiores dificuldades sentidas durante a atividade de debate em *role play*.

Para ultrapassar as dificuldades referidas, os alunos sugeriram soluções que, maioritariamente, passam por “fazer mais pesquisa” de forma mais abrangente acerca da biotecnologia e utilizando fontes diferentes, mesmo que tenham de ser “fontes não legítimas” para justificar alguns argumentos de certas personagens. Um dos alunos referiu que as dificuldades relacionadas com o discurso foram ultrapassadas “falando mais pausadamente”. Dois alunos recorreram aos conhecimentos prévios e “poder de argumentação”, “raciocínio e pensamento crítico”, competências desenvolvidas para ultrapassar as dificuldades. Um dos alunos ultrapassou dificuldades, durante o debate, ao observar os colegas para perceber “como deve ser feita a argumentação”, uma vez que os alunos nunca tinham participado num debate antes.

No entanto, quatro alunos afirmaram não ter conseguido ultrapassar as dificuldades, o que pode ter constituído um entrave ao desenvolvimento de competências e aprendizagens a realizar durante a atividade. Os motivos para não conseguirem ter ultrapassado as dificuldades estão relacionados com o “tempo limitado para cada tema”, para a discussão de cada um dos temas, ou não conseguirem relacionar a personagem com os temas (Quadro 16).

Questão: Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Processual	Competências desenvolvidas	“Recorri ao que já sabia e ao meu poder de argumentação” “Raciocínio e pensamento criativo.”	2
	Discurso	“Falando mais pausadamente.”	1
	Pesquisa de informação	“Fiz uma pesquisa mais abrangente e utilizei vários resultados de pesquisa.” “Fiz alguma investigação acerca do que é um investigador da indústria da biotecnologia farmacêutica.”	6
	Observação	“A observação de alguns dos meus colegas a interpretar os seus papeis ajudou-me a perceber como deve ser feita a argumentação.”	1

**Quadro 16.** Como os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades durante a atividade.

Durante as aulas referentes à atividade, notei que a grande dificuldade dos alunos esteve relacionada com a seleção da informação para a argumentação, tendo em conta a personagem atribuída. Apesar de haver questões orientadoras comuns a todos os alunos, que os orientavam para os temas a serem discutidos durante o debate, foi difícil encontrar argumentos que os levassem a apropriar-se das personagens, como era um dos objetivos da atividade. Depois de ultrapassada esta dificuldade, em que os alunos contaram com a orientação da minha parte de forma individual, a partir da revisão com todos eles de todas as questões orientadoras da atividade, reparei na dificuldade de alguns intervirem no debate sem que lhes fosse solicitado. Sabendo previamente que alguns dos alunos tinham mais dificuldades, tentei dirigir pelo menos uma questão a todos, para que todos pudessem expor os seus argumentos pelo menos uma vez.

Tendo em contas as dificuldades que não foram ultrapassadas por alguns dos alunos, a repetir a atividade deveria realizar o debate de forma a que todos tenham tempo de participar. No entanto, também penso que se este tipo de atividades fosse realizado com maior frequência, os alunos não teriam dificuldade em intervir de forma mais autónoma, uma vez que a argumentação escrita tinha qualidade e, na maioria dos casos, tinha a informação pertinente e de acordo com a personagem a defender. Ainda assim, tendo em conta a preparação do debate e a síntese pós debate, penso que os alunos conseguiram suprir as dificuldades, como demonstra os bons resultados obtidos na atividade (Anexo 5.2).

## 4. Qual a opinião dos alunos relativamente a atividades investigativas?

### 4.1. Qual a opinião acerca da atividade experimental?

De modo geral, todos os alunos gostaram da atividade, destacando aspetos positivos relacionados com a facilidade e tipo de atividade, o facto de lhes ter permitido desenvolver autonomia, a orientação da professora, o trabalho ser realizado em grupo e ser interessante. No fundo, a grande maioria dos alunos gostou de ter “liberdade para escolher e decidir que doença estudar e o que fazer na parte do laboratório”, o que os levou a classificar a atividade como “interessante e divertida” (Quadro 17).

Questão: Que aspetos positivos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Facilidade	“Gostei que o trabalho não fosse de muito difícil realização.”	1
	Tipo de atividade	“O facto de ter sido uma experiência, coisa que não ocorre muitas vezes.”	1
Gestão da atividade	Autonomia	“A liberdade de escolhermos o formato em que trabalhar, assim como que experiência realizar e que doença estudar.” “A atividade experimental “deu-nos” mais autonomia. Na maneira em que nós decidimos o que investigar dentro de um leque de opções.” “O facto de podermos ser nós a criar uma investigação e realizarmos a mesma segundo o nosso procedimento.”	10
	Orientação do professor	“Boa interação entre professores e atividades didáticas.”	1
Outros	Interessante	“Foi interessante” “A experiência foi no geral engraçada, principalmente a visualização dos microrganismos e as conclusões que pudemos tirar.”	4
	Trabalho de grupo	“A realização da atividade em grupo facilitou a rápida execução da mesma.”	1

**Quadro 17.** Aspetos positivos da atividade experimental.

Por outro lado, apesar de uma pequena maioria dos alunos referir que a atividade não teve aspetos negativos, outros referem como aspetos negativos o facto de ter havido pouco tempo para a realização de todas as tarefas, o que também não lhes permitiu explorar os resultados obtidos, haver pouco material de laboratório disponível, a própria execução da parte experimental da atividade. Um dos alunos viu a autonomia dada durante a atividade como um aspeto negativo, enquanto que a maioria dos alunos classificou-a como aspeto positivo, pelo que nem todos os

alunos estão predispostos a aprender da mesma forma ou estão à vontade com todo o tipo de estratégias e precisam de mais ou menos acompanhamento do professor. Para além disso, dois alunos ainda referem enquanto pontos negativos a orientação da professora e organização da atividade, que não foram bem conseguidas (Quadro 18).

Questão: Que aspetos negativos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Material disponível	“O número de placas disponíveis limitou de certa forma as experiências que poderiam ser realizadas”.	2
	Execução	“Talvez tenha sido fazer a experiência, de forma a que fizesse sentido e desse os resultados supostamente previstos”	1
Gestão da atividade	Tempo	“Pouco tempo para realizar o trabalho”. “Pouco tempo para realizar o trabalho da doença infecciosa.”	3
	Autonomia	“A liberdade de planearmos sozinhos aumenta a probabilidade de existirem erros.”	1
	Orientação da professora	“Falta de ajuda (...)” “A autonomia foi algo bom, mas por vezes na atividade experimental, é bom receber algumas orientações de estrutura por parte do professor”.	2
	Organização	“Não muito bem organizada” “O único aspeto negativo foi o facto de termos de reduzir bastante a pesquisa e a sensibilização, para que coubesse no formato escolhido.”	2
Outros	Exploração dos conceitos	“Não termos conseguido ver as colónias utilizando o microscópio ótico” “Não foi possível continuar a atividade”.	2

**Quadro 18.** Aspetos negativos da atividade experimental.

Tendo em conta as opiniões dos alunos, posso concluir que o balanço da atividade é positivo, ainda assim a turma gostaria de ter explorado outras variáveis durante a experiência, testando as hipóteses formuladas de variadas formas, e os resultados, uma vez que “aprofundar uma experiência é sempre mais interessante do que deixá-la muito superficial”. Na exploração dos resultados, os alunos gostariam de observar e distinguir as colónias obtidas, assim como “aprender a distinguir bactérias de fungos”; gostariam de ter explorado outras formas de eliminação dos microrganismos e um dos alunos gostaria também de ter feito uma pesquisa mais alargada sobre doenças mais antigas, como a peste negra e varíola (Quadro 19). Por outro lado, um dos alunos também referiu que gostaria de ter dado

“menos ênfase à parte da sensibilização da higienização” e outro que “a professora poderia ter dado mais ênfase à matéria a reter que consta no programa”.

Questão: O que gostarias de ter explorado mais?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Outras variáveis	“Gostava de ter recolhido amostras de mais sítios diferentes e tendo em conta outras variáveis, como a hora do dia e a última vez que a casa de banho tinha sido lavada.” “Gostaria de ter explorado mais variáveis dentro da hipótese escolhida pelo meu grupo.”	4
	Eliminação de microrganismos	“Gostaria de ter explorado melhor o que faz de um sabonete mais ou menos eficaz a eliminar as bactérias”. “Gostaria de ter explorado outras formas de limpeza dos microrganismos”	5
Exploração dos resultados	Observação de microrganismos	“Que tipo de organismos se formam nas nossas caixas de Petri e não só a quantidade”. “Gostaria de ter observado as colónias de bactérias, pelo menos as maiores, ao microscópio”.	6
	Doenças infecciosas	“Doenças mais antigas e mais letais, como por exemplo, a peste negra ou a varíola”	1

**Quadro 19.** O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante a atividade experimental.

Os alunos ainda deixaram algumas impressões relativas à atividade, afirmando que: “a experiência correu bem e acho que esta forma de realização é muito motivadora”, e deixam algumas sugestões para melhorar, tais como “dar um pouco de contextualização teórica antes de realizar uma experiência ou um trabalho” assim como “mais placas de Petri para podermos errar sem preocupação”.

De facto, a repetir este tipo de atividade, deverei ter em conta o tempo disponível para a realização da mesma, assim como o material a que os alunos têm acesso, no sentido de não comprometer os seus resultados.

#### 4.2. Qual a opinião acerca das atividades de pesquisa?

Em resposta ao questionário aplicado aos alunos no final das atividades de pesquisa, todos afirmaram ter gostado de forma geral. Os alunos ainda destacaram alguns pontos positivos relacionados com a aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento de competências como a autonomia, cooperação, “poder de síntese (...), “criatividade” e algumas relacionadas com tecnologias (Quadro 20).



Questão: Que aspetos positivos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Tipo de atividade</b>	Aprendizagem de conceitos	“Uma boa forma de descobrir muito mais acerca dos temas tratados.” “A aprendizagem sobre as três doenças que escolhemos foi bastante elucidativa para aquilo com que os doentes têm de lidar no dia a dia.”	8
<b>Competências</b>	Autonomia	“Uma variedade de tópicos estudados, além disso pudemos escolher as nossas próprias doenças.” “Ganhar autonomia e aprendizagem que fizemos com essas pesquisas”	9
	Cooperação	A organização do grupo, da junção de algo que ainda não é muito desenvolvida a biotecnologia, com outros tipos de doenças obrigando-nos a ganhar perspetivas diferentes. Destaco a (...) cooperação e entreajuda como aspetos positivos.	2
	Outras	“Poder de síntese, diversificação de ideias e de ter adquirido novas competências.” “(…) desenvolvimento de criatividade relativamente a novos formatos.”	3
<b>Outros</b>	Interesse	“Gostei bastante (...)” “Gostei de pesquisar (...)”	2

**Quadro 20.** Aspetos positivos das atividades de pesquisa.

Oito alunos referiram que as atividades de pesquisa são “uma boa forma de descobrir muito mais acerca dos temas tratados” e proporcionam “aprendizagem rápida”, apesar de “o facto de ser um trabalho de pesquisa faz-nos ter de ler muito sobre os assuntos e consequentemente ficar a percebê-los melhor”.

Nove alunos destacaram a “liberdade na escolha do suporte e do tema do trabalho”, a “variedade de tópicos estudados” e “a aprendizagem autónoma” como pontos positivos das atividades de pesquisa realizadas, que foram vistas como “um trabalho livre”. Dois alunos ainda referiram a “cooperação e entreajuda” como pontos positivos das atividades, assim como o seu interesse pessoal, afirmando terem gostado bastante de pesquisar e aprender de forma autónoma.

Por outro lado, houve vários aspetos negativos destacados, havendo apenas um aluno “sem nada de negativo a apontar” (Quadro 21).

À semelhança das atividades investigativas já referenciadas, a gestão do tempo revelou-se um ponto negativo para dez alunos. “O tempo de realização do trabalho foi pouco”, alguns referindo que os trabalhos “foram imensos” e havia mais disciplinas para além da biologia. No entanto, um dos alunos justificou a falta de tempo com “o facto de ser um período mais pequeno”. Quatro alunos também destacaram algumas dificuldades em pesquisar e selecionar informação como pontos negativos. “Alguns tópicos de pesquisa, como as tecnologias associadas a

doenças, não havia muita informação online”, por isso foi “difícil arranjar informação ou conseguir sintetizá-la e organizá-la”. Para alguns alunos, o trabalho em grupo, na “moderação da distribuição de tarefas”, e aspetos relacionados com o formato de apresentação das pesquisas constituíram aspetos negativos.

Questão: Que aspetos negativos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
<b>Procedimento</b>	Apresentação da informação	“A apresentação.” “Formatação do documento.”	2
	Pesquisa e seleção da informação	“Difícil arranjar informação ou conseguir sintetizá-la e organizá-la o que atrasava um pouco o trabalho.” “Saber qual a informação mais importante para os trabalhos.”	4
<b>Gestão da atividade</b>	Tempo	“Pouco tempo de realização dos trabalhos.” “Muitos trabalhos num curto espaço de tempo.” “Podíamos ter tido prazos maiores.”	10
	Trabalho de grupo	“Moderação da distribuição de tarefas.”	1

**Quadro 21.** Aspetos negativos das atividades de pesquisa.

Tendo em conta as opiniões escritas dos alunos, assim como o que foi observado em aula, penso que o balanço da atividade é positivo. Apesar de alguns alunos mascararem o interesse pela quantidade de tempo disponibilizado para realizarem as pesquisas, outros foram manifestando-se.

No entanto, enquanto atividades investigativas, poder-se-ia ter feito uma exploração diferente. Para os alunos, gostariam de ter explorado mais conceitos durante as atividades de pesquisa (Quadro 22). Onze alunos afirmaram querer ter explorado mais acerca de distúrbios do sistema imunitário, em termos de “definição e diagnóstico de algumas doenças”, “o que acontece a nível celular para cada doença” ou mesmo “saber mais sobre a cura de certas doenças e conhecer testemunhos”. Cinco alunos preferiam ter explorado mais acerca da biotecnologia e o seu contributo na “cura de algumas doenças”, assim como explorar áreas em específico como “processos de investigação contra doenças autoimunes” ou “sobre produção industrial de fármacos, vacinas e outros”. Os alunos também referiram que teriam gostado de “ter falado com médicos na área ou pessoas afetadas”, o que poderia ter sido feito com mais tempo disponível, para “aprofundar um pouco mais sobre cada tema” ou explorar “tópicos mais específicos”.

Questão: O que gostarias de ter explorado mais?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Exploração de conceitos	Distúrbios do Sistema Imunitário	“Explorar mais casos reais.” “Explorar mais as doenças que escolhemos.” “Ter explorado mais doenças.”	11
	Biotecnologia	“Aprofundar mais a cura de algumas doenças através da biotecnologia.” “Método como as tecnologias direcionadas às doenças são desenvolvidas e quanto trabalho/tempo/dinheiro é usado pra as criar.”	5
	Outros	“Ter explorado tópicos mais específicos.” “Aprofundar um pouco mais sobre cada tema, o que podia ter sido feito com mais tempo, como por exemplo, ter falado com médicos na área ou pessoas afetadas.”	2

**Quadro 22.** O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante as atividades de pesquisa.

Por outro lado, os alunos também gostariam de ter explorado menos a cura “visto que não existem na maior parte”, o que demonstra que conseguiram realizar aprendizagens no sentido de distinguir o processo de cura e tratamento, que não estava presente na primeira aula em que foi feita uma introdução ao Sistema Imunitário a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

Em suma, a opinião dos alunos acerca das atividades investigativas, é positiva, mas deixaram algumas sugestões que pudessem melhorar, na maioria relacionadas com o tempo disponibilizado para as tarefas. Apesar de alguns alunos enaltecerem a intervenção da professora e fazerem um balanço positivo das atividades, um dos alunos referiu que seria importante haver uma “aula teórica base” e “falar mais sobre o tema antes das pesquisas”.

À semelhança do que foi feito no início da Unidade 3, a repetir atividades de pesquisa, deveria utilizar inicialmente estratégias que motivassem os alunos a investigar sobre um determinado tema (*engagement*), que deveria continuar a ser à escolha, dentro de limites definidos. Também deveria adequar as tarefas pedidas aos alunos ao tempo disponível, que acabou por ser um entrave em muitos aspetos da atividade. Como um aluno referiu em resposta a um dos questionários: “descobri que se me empenhar normalmente consigo melhor resultados, principalmente se tiver tempo para isso”, resume perfeitamente as atividades de pesquisa realizadas. O tempo disponível foi escasso, mas o empenho dos alunos foi bom e principalmente gostaram de aprender.

### 4.3. Qual a opinião acerca da atividade de debate em *role play*?

Em resposta ao questionário aplicado aos alunos no final da atividade, a grande maioria afirmou ter gostado da atividade, havendo apenas um aluno a assumir não ter gostado, destacando aspetos positivos e negativos.

Enquanto pontos positivos os alunos destacam o desenvolvimento de determinadas competências, o tipo de atividade, a aprendizagem e consolidação de conceitos e o facto de ser interessante (Quadro 23). Seis alunos descreveram a atividade como interessante, tanto pelo tipo de atividade em que puderem “treinar o poder de debater, numa situação mais realista” como pela “pesquisa de uma forma mais direcionada” ou pelo “tema muito interessante” que “permitiu um maior envolvimento por parte dos alunos” e levou a “boa disposição na realização da atividade”. De facto, na aula de preparação para o debate e no próprio debate notei o entusiasmo nos alunos, que os levou a pedir para continuar a atividade em aulas seguintes, ou mesmo repetir uma semelhante até ao final do ano letivo.

Questão: Que aspetos positivos destacas?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Tipo de atividade	“Diversificação de temas tratados e o tratamento de matéria lecionada de maneira inovadora.” “O debate permitiu o alargamento dos meus horizontes, permitindo-me tomar um ponto de vista que, provavelmente, noutro trabalho não adotaria.”	4
	Orientação do professor	“A forma como a sala estava predisposta, os papeis a identificar a nossa personagem e a forma como foi dirigido o debate.”	1
Competências	Comunicação	“Falar sobre diversos assuntos concretos, tendo em conta que fizemos uma pesquisa primeiro.” “Deu-nos espaço para falar e partilhar as nossas opiniões.”	4
	Criatividade	“A criatividade para argumentar certos temas.” “A criatividade de certos alunos na abordagem da personagem.”	5
	Argumentação	“(…) melhorar as minhas capacidades de argumentação e resolução de problemas”	1
	Pesquisa de informação	“Aprendizagem de perspetivas diferentes e a procura de informação”	1
Conceitos	Aquisição e consolidação	“(…) forma melhor para aquisição e consolidação de conceitos.” “(…) aprender e conhecer novas coisas relativamente à biotecnologia, assim como perceber de que forma a biotecnologia atua.”	5
Outros	Interessante	“Foi interessante fazer a pesquisa de uma forma mais direcionada a complementos argumentais, do que para um trabalho. Também gostei de poder treinar o poder de debater, numa situação mais “realista”” “(…) aprender mais sobre um tema muito interessante (...)”	6

**Quadro 23.** Aspetos positivos da atividade de debate em *role play*.

Um outro aspeto positivo relaciona-se com a aquisição e consolidação de conceitos, em que cinco alunos descreveram a atividade como sendo “dinâmica e interativa de consolidar a matéria lecionada”, mas também onde puderam “aprender e conhecer novas coisas relativamente à biotecnologia, assim como perceber de que forma a biotecnologia atua”.

Em termos de competências, cinco alunos referiram que a “atividade foi uma forma muito criativa de aprendizagem e, por essa razão, uma forma melhor para aquisição e consolidação de conceitos”, para além do facto de terem de interpretar uma personagem e ter “a criatividade para argumentar certos temas” tendo em conta essa personagem. Quatro alunos referiram que durante a atividade todos tiveram oportunidade de expor os seus argumentos e puderam “falar sobre diversos assuntos concretos” a partir de uma pesquisa prévia, podendo partilhar as suas opiniões. Os alunos ainda assumiram que a atividade permitiu desenvolver outras competências como “argumentação e resolução de problemas”, assim como algumas relacionadas com a pesquisa de informação.

Por fim, quatro alunos referiram o tipo de atividade como um ponto positivo, porque permitiu tratar os temas e a “matéria lecionada de maneira inovadora”, pois revelou-se uma “atividade muito dinâmica e interativa”. Também a orientação e organização da atividade foi uma mais valia para um dos alunos, como “a forma como a sala estava predisposta (...) e a forma como foi dirigido o debate”.

Por outro lado, os alunos referiram como aspetos negativos (Quadro 24) mais relevantes a falta de tempo para expor todos os argumentos e, consequentemente, a dificuldade em “arranjar argumentos e defendê-los”, para além de “para pessoas envergonhadas é difícil expressarem-se e principalmente é difícil se estivermos numa posição contrário à nossa realidade”.

Três alunos apontaram a pouca pertinência de algumas personagens como ponto negativo, tais como “o membro da congregação religiosa e o especialista em medicina alternativa” que “não foram bem colocadas para o debate”. Dois alunos ainda referem a falta de autonomia da parte de alguns colegas, já que nem todos participaram “de uma maneira igualitária, apesar de saberem que cada um podia falar quando quisessem”.

Questão: Que aspetos negativos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Procedimento	Argumentação e comunicação	"Talvez tenha sido um pouco complicado expor todos os argumentos que tínhamos (...)" "Nem todos falaram, embora a professora tenha feito perguntas a todos."	5
	Apropriação da personagem	"O conflito pessoal entre o ator e a personagem, na parte da ideologia, também referindo a dificuldade que foi a defesa dos argumentos da personagem"	1
Gestão da atividade	Tempo	"Falta de tempo." "Ter havido mais tempo para tratar de outros temas."	6
	Autonomia	"Nem todos participaram." "Nem toda a gente ter falado de uma maneira igualitária, apesar de saberem que cada um podia falar quando quisessem."	2
	Pertinência das personagens	"Havia personagens cujos argumentos eram bastante limitados, como o membro da congregação religiosa e o especialista em medicina alternativa." "Algumas personagens não foram bem colocadas para o debate."	3
Conceitos	Exploração dos conceitos	"Biotecnologia." "Foram poucos os temas a serem discutidos."	2

**Quadro 24.** Aspetos negativos da atividade de debate em *role play*.

De acordo com as opiniões os alunos, penso que o balanço da atividade é positivo, destacando o interesse que a turma demonstrou desde a apresentação da atividade e a forte participação durante o debate. Ainda assim, os alunos referem que gostariam de ter explorado mais conceitos relacionados com a personagem que lhes fora atribuída, tanto através de livros como ter conversado com profissionais reais, relacionados com o tema. Também gostariam de ter explorado mais alguns conceitos específicos dentro da biotecnologia e sobre o funcionamento do sistema imunitário (Quadro 25).

Questão: O que gostarias de ter explorado mais?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Exploração de conceitos	Personagem atribuída	"(...) ter explorado mais sobre outros temas mais relacionados às outras personagens." "Gostava de ter conversado com juristas reais sobre a sua atuação no mundo, ou seja, a sua aplicação prática, e não só ler a informação nos livros."	5
	Fisiologia do Sistema Imunitário	"Gostava de ter explorado mais o sistema imunitário e os seus mecanismos." "Os linfócitos."	2
	Biotecnologia	"Gostaria de ter investigado mais sobre alguns aspetos negativos de formas de biotecnologia mais recentes, como a manipulação genética." "gostaria de ter aprofundado o aspeto das vacinas comestíveis, uma vez que tem muito potencial (...)"	7

**Quadro 25.** O que os alunos gostariam de ter explorado mais durante a atividade de debate em *role play*.

Os alunos ainda deixaram algumas sugestões para melhorar a atividade, tais como: “reduzir o número de temas para haver mais tempo para cada um”, deixar o debate correr livremente, oferecer mais tempo” e “ter realizado uma pequena introdução teórica de forma a que toda a gente tivesse uma espécie de ponto de partida comum, dado o carácter variado das personagens”. Também sugerem que se faça “mais debates”, porque são “uma boa ideia para aprender, são uma boa aposta”. No entanto, há também o contrário, com um dos alunos a sugerir “não fazer mais debates” ou chamadas de atenção em relação ao controlo dos argumentos de cada personagem, como “impedimento de utilizar termos como “bíblia””.

De facto, para não suscitar sensibilidades e respeitando a liberdade de cada aluno, pedi para que fosse representada uma religião fictícia, tendo cuidado para não tornar o debate num espetáculo de comédia como objetivo principal. De qualquer forma, o confronto de ideias é positivo e leva à reflexão, em diferentes áreas, e ao desenvolvimento de novas competências e aprendizagens.

#### **4.4. Qual a opinião acerca da intervenção?**

No final da intervenção, os alunos responderam a um questionário acerca das estratégias aplicadas durante a Unidade 3. Da análise das respostas verificou-se que a turma gostou das atividades, destacando como aspetos positivos as próprias atividades realizadas, com a atividade de debate e a atividade experimental a reunirem a preferência dos alunos (Quadro 26). Na gestão destas atividades os alunos destacaram os temas escolhidos, relacionados com o sistema imunitário, que “foram interessantes e elucidativos” e motivaram os alunos “por gostar tanto da matéria lecionada”. Também a “intervenção e o estado atento da professora” foram um ponto positivo durante a realização das atividades investigativas.

Em relação ao desenvolvimento de competências, os alunos realçaram “a aprendizagem autónoma” que fizeram e o facto de estas atividades terem contribuído para melhorar as “capacidades de argumentação”, “organização e a comunicação”. Os alunos também apontaram que “no geral as atividades foram interessantes”.

Questão: Que aspetos positivos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Tipo de atividade	Atividade experimental	"(...) atividade experimental que fizemos à nossa escolha." "(...) atividade experimental. A escolha de doenças também foi bastante interessante."	3
	Debate	"Quanto aos trabalhos gostei bastante do debate (...)" "O debate foi uma atividade bastante interessante (...)"	5
	Atividades de pesquisa	"Os trabalhos de pesquisa (...)"	1
Gestão da atividade	Temáticas	"(...) Senti-me bastante motivada por gostar tanto da matéria lecionada. (...)" "(...) aprendemos mais sobre imunidade, um tema não dado anteriormente."	4
	Intervenção da professora	"Gostei de as aulas serem dadas por esta professora. É muito prestável e o facto de ser mais nova que muitos dos nossos professores permitiu estabelecer uma boa relação." "(...) A professora tentou ajudar-nos ao máximo."	3
Competências	Autonomia	"Deu-nos autonomia (...)" "Realço também a aprendizagem autónoma (...)"	4
	Comunicação	"(...) a comunicação."	1
	Argumentação	"(...) ajudando-nos a melhorar as nossas capacidades de argumentação."	1
Outros	Interessante	"No geral as atividades foram interessantes, permitindo-me amplificar os meus conhecimentos." "(...) aprendemos muitas coisas interessantes sobre o nosso sistema imunitário e sobre as doenças causadas pelo mesmo."	3

**Quadro 26.** Aspetos positivos das atividades investigativas realizadas.

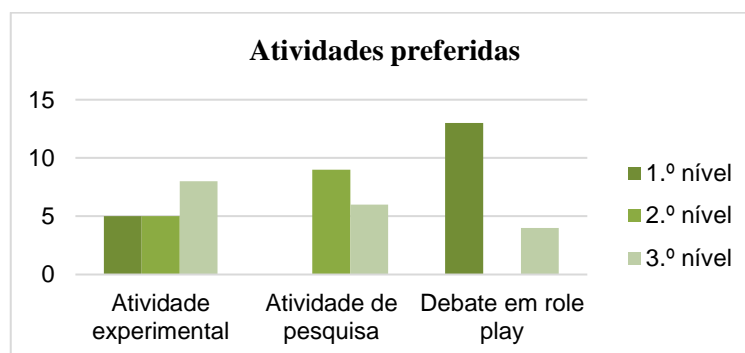
Por outro lado, apesar de quatro alunos não terem encontrado “muitos aspetos negativos a serem melhorados”, outros referiram “muitos trabalhos num curto espaço de tempo” como o principal aspeto negativo das atividades (Quadro 27). Em contraste com o facto de a atividade de debate ter sido um aspeto positivo a retirar destas atividades, dois alunos classificam-na como um ponto negativo, tendo achado “o debate um desperdício de tempo”. Do mesmo modo, a autonomia também se revelou um ponto negativo, já que um aluno gostaria de ter sido mais autónomo e livre durante as atividades, afirmando que “(...) não houve uma decisão dos temas pelos alunos”, enquanto que outro sentiu não estar familiarizado com algumas das estratégias e sentiu dificuldades em adaptar-se, necessitando de maior orientação. Um dos alunos ainda referiu que, da parte da professora, deveria ter sido explicada a matéria.



Questão: Que aspetos negativos destaca?			
Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência
Tipo de Atividade	Debate	"Não gostei muito do debate." "Achei o debate um desperdício de tempo."	2
	Atividade experimental	"Não tive a possibilidade de aprofundar a atividade experimental."	1
Gestão da atividade	Tempo	"Pouco tempo para realizar alguns dos trabalhos que a meu ver necessitavam de mais tempo e reflexão." "Falta de aulas e tempo para aperfeiçoar, especialmente no debate e para a última atividade."	6
	Autonomia	"Como foram maneiras novas, foi mais difícil ao início adaptarmo-nos." "Houve demasiados trabalhos e não houve uma decisão dos temas pelos alunos."	2
	Orientação do professor	"Por vezes uma má organização (...)" "Por vezes a intervenção do professor em relação a explicar a matéria daria jeito."	2

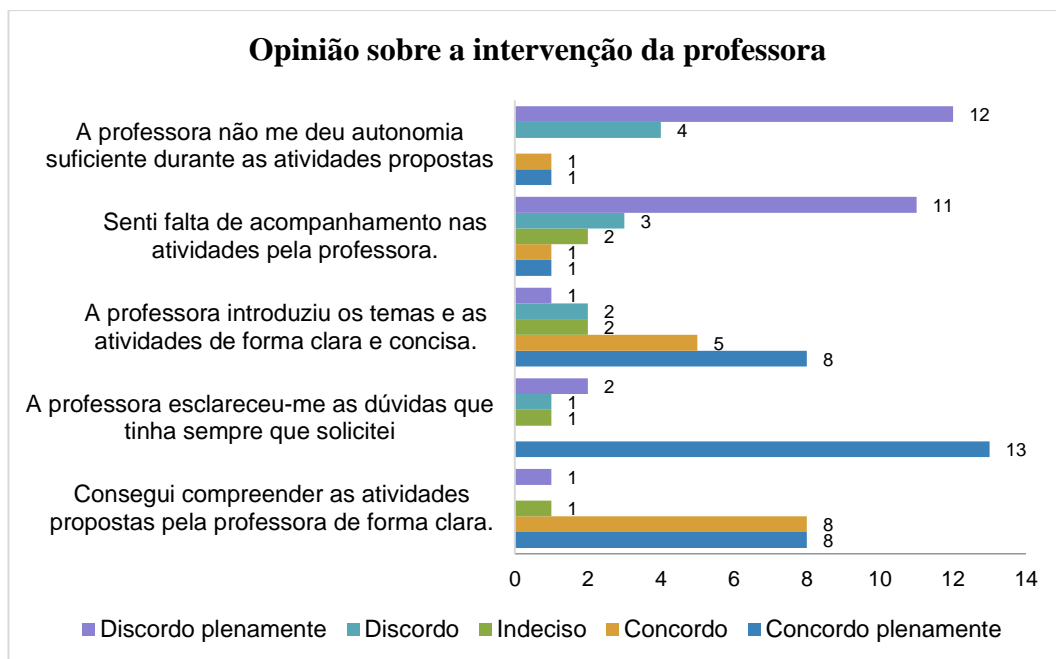
**Quadro 27.** Aspetos negativos das atividades investigativas realizadas.

As atividades preferidas dos alunos, por ordem decrescente de preferência, foram o debate em *role play*, seguido das atividades de pesquisa e a atividade experimental (Figura 17).



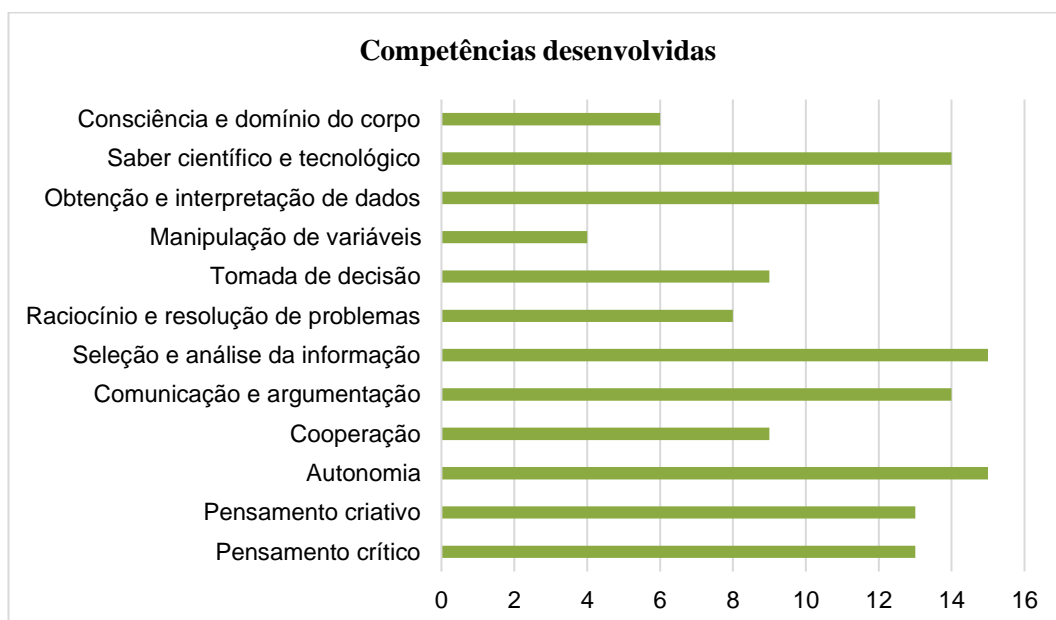
**Figura 17.** Atividades preferidas dos alunos por ordem decrescente de preferência.

Acerca da minha intervenção, a grande maioria dos alunos sentiu que lhes dei autonomia suficiente durante as atividades propostas, não sentiram falta de acompanhamento nas atividades e esclareci as dúvidas sempre que solicitado, para além de terem conseguido compreender as atividades propostas de forma clara. No entanto, houve um a dois alunos com opinião contrária (Figura 18).



**Figura 18.** Opinião sobre a intervenção.

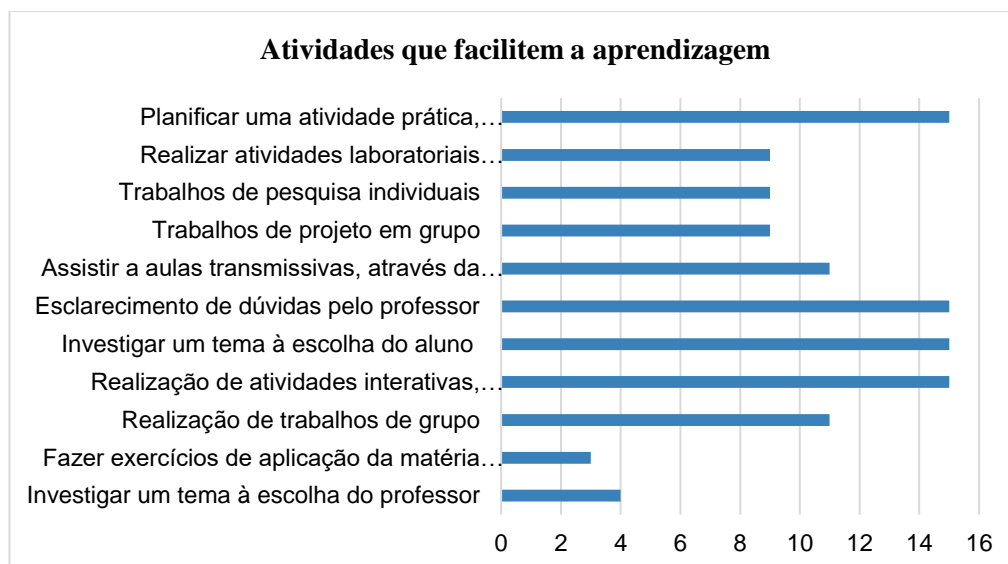
Acerca das competências desenvolvidas durante as atividades realizadas, os alunos referiram principalmente a autonomia, seguida das relacionadas com a seleção e análise de informação. Também competências relacionadas da área do saber científico e tecnológico, comunicação e argumentação, pensamento crítico e criativo reuniram consenso na turma (Figura 19).



**Figura 19.** Competências desenvolvidas durante as atividades realizadas.

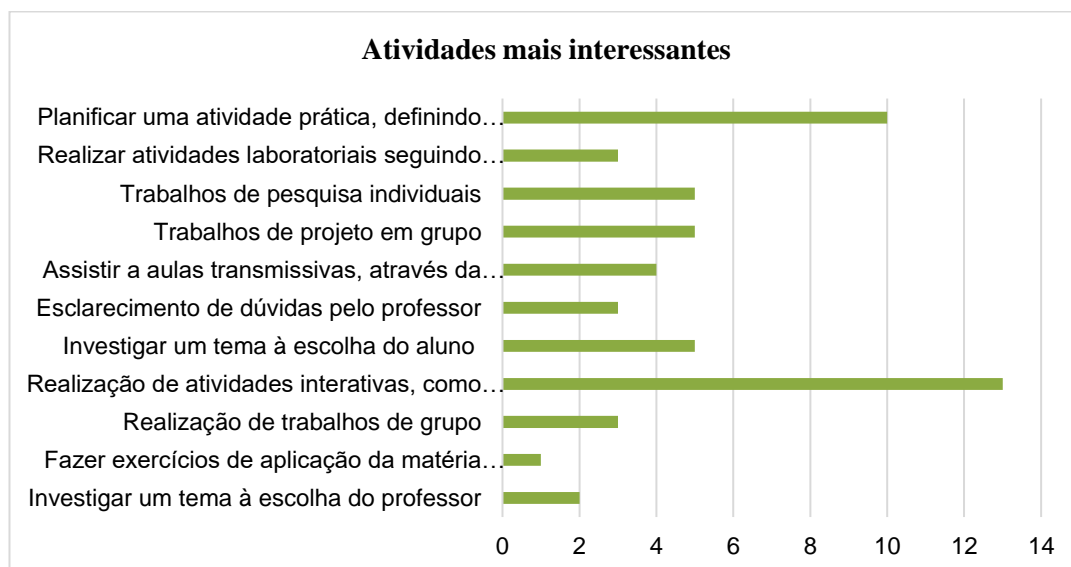
Para os alunos, as atividades que mais facilitam as suas aprendizagens são planificar atividades práticas, definindo um problema a estudar; o esclarecimento

de dúvidas pelo professor; investigar um tema à escolha do aluno; e a realização de atividades interativas, como debates, trabalhos de pares, jogos, etc. As atividades que menos facilitam a aprendizagem foram fazer exercícios de aplicação da matéria dada pelo professor ou investigar um tema à escolha do professor (Figura 20).



**Figura 20.** Atividades e estratégias que os alunos consideram facilitar a aprendizagem.

Das atividades referidas, os alunos classificaram como as mais interessantes (Figura 21) planificar uma atividade prática, definindo um problema e estudar, e a realização de atividades interativas, o que está de acordo com as que maximizam as aprendizagens dos alunos.



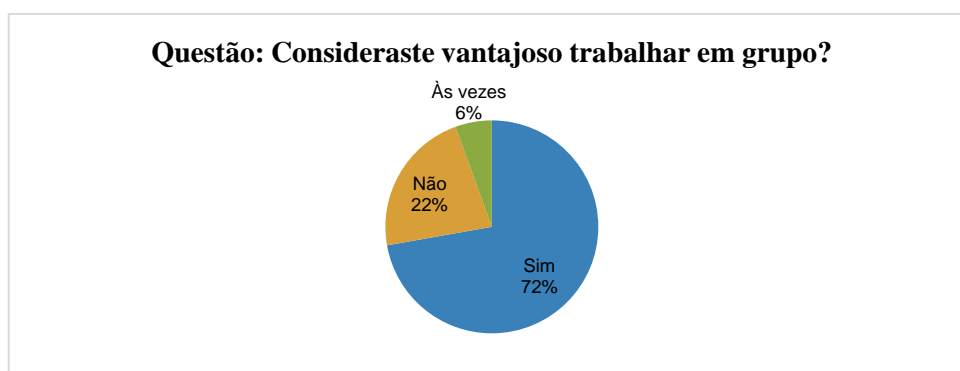
**Figura 21.** Atividades que os alunos consideram mais interessantes.

Assim, as atividades que os alunos gostariam de utilizar mais em aula (Figura 22) são as que acharam mais interessantes, assim como investigar um tema à escolha do aluno. Investigar um tema à escolha do professor e realizar trabalhos de pesquisa individuais não reuniram consenso por parte da turma.



**Figura 22.** Atividades que os alunos gostariam de realizar mais em aula.

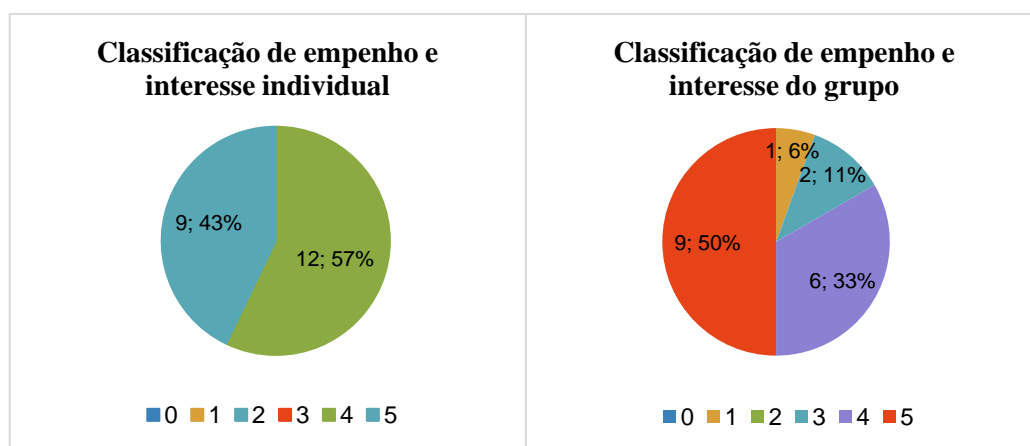
Na verdade, os alunos consideraram vantajoso trabalhar em grupo (Figura 23), o que está de acordo com a seleção anterior. Os alunos referiram que foi importante terem trabalhado em grupo, durante a intervenção, “facilitou a aprendizagem” pois ajudaram-se mutuamente. Citando alguns alunos: “Essa dinâmica de partilha e aprendizagem é muito vantajosa para o nosso desenvolvimento” e “Não só aprendemos uns com os outros como também temos de saber comunicar com os elementos do grupo fazendo cedências e tomando decisões em conjunto”.



**Figura 23.** Vantagens e desvantagens de trabalhar em grupo.

No entanto, também acrescentam que “depende dos elementos do grupo” haver esta facilitação das aprendizagens e desenvolvimento das competências referidas. Assim, quatro alunos consideraram o trabalho de grupo desvantajoso, “devido à divergência de ideias entre elementos” e porque é difícil “fazer um plano equilibrado de distribuição de tarefas e aceitação do trabalho dos colegas”.

Observando os dados referentes ao desempenho individual (Figura 24) e em grupo (Figura 25), nota-se alguma discrepância. Enquanto que todos os alunos permaneceram empenhados e interessados ao longo das atividades, a avaliação que fazem dos seus colegas de grupo é heterogénea, apesar de a maioria ter mostrado empenho e interesse. Alguns alunos referiram que “todos os membros trabalharam e ninguém se desleixou”, “normalmente o empenho individual está de acordo com o do grupo, exceto algumas exceções”, mas que “nem toda a gente trabalhar de igual modo” e “alguns colegas do grupo não estiveram tão empenhados”.



**Figura 24.** Classificação de empenho e interesse individual.

**Figura 25.** Classificação de empenho e interesse do grupo.

Em relação às aprendizagens realizadas com as atividades, os alunos referiram essencialmente ter aprendido acerca do Sistema Imunitário. Citando alguns alunos: “Aprendi mais sobre o meu corpo e os processos do Sistema Imunitário, algo que queria aprender desde o 10.º ano. Aprendi mais sobre doenças que também sempre tive muito interesse. Aprendi a gerir melhor o meu tempo.”; “Aprendi sobre o Sistema Imunitário, aprendi a inocular microrganismos e aprendi sobre alguns tipos de doenças; “Aprendi muito sobre imunologia. Adquiri também uma maior sensibilidade em relação à higienização.”.

Para além disso, alguns alunos também referiram ter desenvolvido algumas competências, como “organizar o raciocínio e argumentar mais. Estruturar os projetos de forma concisa e clara. Saber tomar decisões de forma autónoma.”, para além de aprenderem a “trabalhar em grupo” e a serem criativos, descobrindo “formas mais criativas de apresentação de trabalhos” ao longo da intervenção.

Assim, quando questionados se gostariam de repetir as atividades investigativas implementadas durante a intervenção, a grande maioria dos alunos afirmou que gostaria de as repetir, “uma vez que permitem um maior envolvimento por parte dos alunos”, “saem das normas dos prévios trabalhos e são mais divertidas”, “o seu carácter dinâmico ajuda a reter a matéria” e porque permite “melhorar a forma como as fazemos e é uma maneira interativa de aprender”. Um dos alunos acrescentou ainda: “sim, visto que na minha experiência consigo aprender melhor com a prática”.

Ainda assim, os alunos tiveram preferências e dois dos alunos não gostariam de repetir principalmente o debate porque “foi uma fantochada”. Um dos alunos também não gostaria de repetir a atividade experimental “porque foi confusa e difícil” por terem de “relacionar a doença infecciosa com a experiência em si”.

Por outro lado, dois alunos gostariam apenas de repetir a atividade experimental, pois este tipo de atividades “são um bom método de aplicação de conhecimentos de forma prática”, sete alunos gostariam de repetir o debate “porque foi uma atividade bastante criativa” e “foi útil para perceber a matéria através da pesquisa feita mas também para comparar com outros os resultados e refletir sobre eles”.

Por outro lado, dois dos alunos não gostariam de repetir principalmente o debate porque “foi uma fantochada”. Um dos alunos também não gostaria de repetir a atividade experimental “porque foi confusa e difícil” por terem de “relacionar a doença infecciosa com a experiência em si”.

## VI. Considerações finais

O presente estudo teve como finalidades conhecer as potencialidades de atividades de cariz investigativo na aprendizagem da Unidade 3 – Imunidade e controlo de doenças. Foram identificadas quatro questões orientadoras para as quais se procurou encontrar resposta. Procurou-se identificar o tipo de competências desenvolvidas no decorrer das atividades, quais as aprendizagens realizadas, as dificuldades sentidas pelos alunos e a sua opinião relativamente às estratégias utilizadas. Estas estratégias tiveram por base o Modelo dos 5 E's (Bybee *et al.*, 2006) e foram realizadas atividades laboratoriais do tipo experimental, atividades de pesquisa e de debate em *role play*. Para responder às questões propostas, foram recolhidos dados a partir da observação das aulas, questionários aos alunos e análise documental.

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas da análise dos dados obtidos e, de seguida, é feito um balanço reflexivo sobre a prática profissional realizada, mas também acerca de todo o percurso feito durante o Mestrado. Assim, irei referir o que aprendi e como aprendi ao longo dos últimos dois anos, as minhas expectativas e os contributos para a minha prática profissional enquanto professora de ciências, mas também a nível pessoal e académico.

### 1. Conclusão

A partir da análise dos dados obtidos, pode concluir-se que as atividades realizadas permitiram o desenvolvimento de diversas competências enunciadas no Perfil do Aluno (2017) e nas Aprendizagens Essenciais (2018), tais como a autonomia, seleção e análise de informação, na área do saber científico e tecnológico, comunicação e argumentação, pensamento crítico e pensamento criativo. As atividades investigativas estimulam a autonomia e criatividade, já que o aluno se assume enquanto principal responsável pelo seu processo de aprendizagem. Segundo Gott e Duggan (1996, citado por Santos, 2002), uma das características deste tipo de atividades é precisamente dar autonomia aos alunos, na medida em que estruturam o seu próprio trabalho prático, seguindo as suas ideias.

A pesquisa também fomenta competências relacionadas com a seleção e análise de informação, assim como o pensamento crítico pois o aluno consegue construir significados para os temas a explorar. Estes resultados são apoiados por

outros estudos, como por exemplo Dias (2017). Também o facto de as atividades se terem realizado em grupos de trabalho, à exceção do debate em *role play*, que implicava uma pesquisa, seleção e escolha de argumentos individuais, permitiram aos alunos aprender a colaborar com os seus colegas de forma a construírem o seu conhecimento, de forma autónoma.

As atividades realizadas contribuíram para as aprendizagens na medida em que os alunos aprenderam os conteúdos da Unidade 3, como o funcionamento do sistema imunitário, os contributos da biotecnologia na terapêutica e diagnóstico de doenças e agentes patogénicos, o que se comprova pelos excelentes resultados obtidos no trabalho final, e em cada uma das atividades. Estes bons resultados podem ter sido fruto do interesse que durante toda a intervenção foi notório e os alunos expressavam-no durante as aulas, assim como em resposta aos questionários aplicados. De facto, de acordo com Dias (2017), as atividades investigativas motivam os alunos, levando a aprendizagens significativas.

Por outro lado, estas aprendizagens também podem ter sido potencializadas pelo facto de se terem usado problemas do quotidiano para abordar as temáticas, como as notícias utilizadas durante o debate ou os vídeos apresentados na primeira aula acerca do uso descontrolado de antibióticos atualmente, que teve como objetivo precisamente envolver os alunos nas aprendizagens, para estreitar a relação da ciência com a sua realidade (*engagement*). Pinheiro (2012) também explorou a relevância da utilização de problemas reais, obtendo resultados semelhantes. Também de acordo com Leite (2006), os alunos aprendem mais quanto maior o seu envolvimento emocional nas atividades. Logo, para que estas aprendizagens sejam efetivas é importante que os alunos se envolvam ativamente nas mesmas, o que aconteceu durante a intervenção.

Neste contexto, a atividade que os alunos mais gostaram foi a do debate em *role play*, apesar de também ter sido aquela que reuniu maior consenso na que menos gostaram, em minoria. Em concordância, os alunos selecionaram este tipo de atividade, assim como outras atividades com grau de abertura elevado, como sendo o tipo mais interessante, em que aprendem mais e que gostariam de realizar mais em sala de aula, o que mais uma vez relaciona o facto de o interesse motivá-los a aprender. Os alunos selecionaram as atividades abertas como as que maximizam as suas aprendizagens porque desenvolvem autonomia. No entanto, para alguns alunos essa autonomia não foi uma mais valia e não se interessaram



pelas atividades, precisando de maior apoio da parte do professor. De facto, segundo Borges (2002), uma atividade com grau de abertura elevado pode ser considerada mais difícil para alunos que não esteja familiarizado com as mesmas. Alguns alunos também viram desvantagens neste tipo de atividades, por estas implicarem uma estrutura bem planeada por parte dos professores e, por tendencialmente haver o perigo de haver pouca interação com a turma e se tornar aborrecido e monótono trabalhar em pequenos grupos de trabalho. Para que o interesse não se perca, e consequentemente os alunos não aprendam, é importante diversificar as estratégias, para que todos usufruam das potencialidades das atividades investigativas.

Em relação às dificuldades sentidas pelos alunos, estas passaram, para uma minoria, pelo excesso de autonomia dada durante as atividades, ou falta de orientação da parte do professor, mas, na maioria, as dificuldades prenderam-se com a gestão do tempo, em todas as atividades realizadas. Estas dificuldades são coerentes com Pinheiro (2012), que refere a gestão de tempo como uma das principais dificuldades sentidas pelos alunos na concretização de determinadas tarefas de cariz investigativo. Por outro lado, para Ponte, Oliveira, Brunheira, Varandas e Ferreira (1998b), o facto de surgirem dificuldades em diferentes fases da investigação pode ser um desafio para a maioria dos alunos e, uma vez mais, servir para motivá-los a descobrir e, consequentemente, a aprender mais. Durante a intervenção, penso que a maioria dos alunos conseguiu ultrapassar as suas dificuldades, aprendendo a gerir o tempo e a desenvolver autonomia.

Em suma, as potencialidades das atividades investigativas realizadas traduziram-se em aprendizagens significativas e na promoção de determinadas competências transversais a um aluno à saída da escolaridade obrigatória. Na maioria das aulas, os alunos estiveram motivados e envolvidos nas atividades, demonstrando curiosidade e interesse relativamente aos temas abordados, revelando um excelente desempenho, no geral.

Tendo em conta os resultados, os alunos preferem descobrir por si mesmos, não pelo que o professor determina, e preferem realizar este tipo de tarefas em grupo, não individualmente. Assim, o grau de abertura das atividades permitiu com que os alunos se sentissem motivados na concretização das mesmas, seguindo as suas próprias ideias e sendo responsáveis pelas suas aprendizagens. No entanto, este tipo de atividades exige muito tempo, o que pode ser incompatível com a gestão

das outras disciplinas por parte dos alunos. Por outro lado, nem todos os alunos aprendem de igual forma, pelo que o professor deve fazer uma orientação de forma a que as aprendizagens continuem centradas no aluno, promovendo o desenvolvimento das competências já referidas, tendo em conta que nem todos os alunos vão atingir os mesmos níveis no mesmo período de tempo, o que para alguns se reflete em maior resistência e tempo de adaptação a atividades com um grau de abertura tão elevado.

Na minha perspetiva, penso que este tipo de atividades tem grandes potencialidades, mas acredito que aplicado noutro contexto, por exemplo, em anos com exames nacionais, se revele mais difícil de gerir para professores e alunos.

## **2. Reflexão final**

Quando decidi que queria enveredar pela via do ensino, inscrevi-me no Mestrado com o pensamento de que pouco iria aprender, porque à partida ser professor seria fácil se tivesse os conteúdos a ensinar bem presentes e conseguisse controlar os alunos. Lembro-me de ainda ser aluna do segundo ciclo do ensino básico e alguns colegas meus comentarem: “Devias ir para professora porque explicas mesmo bem a matéria e sabes tudo!”. Afinal, para quem não o é, não é isto que os professores fazem? Tinha estudado durante toda a vida e observado muitos professores, todos diferentes, pelo que apenas seria necessário tê-los como referência e mostrar aos alunos tudo o que sabia sobre ciências, já que tinha terminado a licenciatura em Biologia muito recentemente e feito um *minor* em Geologia, que me trouxe novos conhecimentos que certamente iriam fazer de mim uma professora mais completa.

Num primeiro contacto com o Mestrado, as expectativas levavam-me a crer que me iriam *explicar* como se fazem testes e como se avaliam, como se deve *ensinar* determinada matéria tendo em conta o ciclo de estudos, como lidar com cerca de trinta adolescentes, todos diferentes, numa sala de aula para que ouvissem o professor e se pudesse contornar questões de indisciplina. Depois, no segundo ano iria ser posta à prova e finalmente colocar todos os conhecimentos *transmitidos* em prática.

Felizmente, estava enganada. De facto, todas as unidades curriculares realizadas no âmbito da Geologia contribuíram para que tivesse uma visão mais integrada e completa das ciências naturais. Mas foi já no Mestrado em Ensino de

Biologia e Geologia que consegui, também, compreender e refletir sobre o que é a ciência e as suas diferentes dimensões, para além de ter realizado aprendizagens que considero muito significativas e relevantes para a minha futura prática profissional, mas também do ponto de vista pessoal.

Por um lado, aprendi sobre o outro lado da escola e a influência da sociedade na mesma, o papel do professor dentro e fora da sala de aula. Por outro, aprendi sobre como diferentes estratégias e metodologias podem ser utilizadas para que os alunos aprendam conteúdos dentro e fora da sala de aula e ainda desenvolvam competências necessárias para uma literacia rica, iniciando-os também no exercício de uma cidadania ativa que devem levar para a vida.

Aprendi a fazer a distinção entre método e metodologia, entre avaliação e classificação. Estas distinções, entre tantas outras, são importantes para que o professor possa refletir sobre a sua prática ao conhecer o que a sustenta.

Para além disso, o grande motivo da escolha do tema deste relatório, aprendi também que a melhor forma de aprender ciência passa pela diversidade de estratégias a utilizar em sala de aula, assim como fora dela, através de atividades de natureza prática, onde os alunos possam estar ativamente envolvidos na realização de uma tarefa. Estas são desafiantes, motivadoras, envolventes, o que leva a que os alunos consigam criar aprendizagens significativas que possam ser transpostas para fora da sala de aula. Há também a aquisição de competências de natureza investigativa, o que leva a que os alunos desenvolvam uma atitude questionadora, para que consigam formular problemas e hipóteses. Assim, aumentam a sua capacidade planificar, intervir ativamente e de forma crítica em diferentes situações reais, que são próximas das suas realidades.

De facto, tinha curiosidade se realmente as atividades investigativas têm todas estas potencialidades, quando, enquanto aluna, as aulas sempre se centraram no professor e na transmissão de informação exceto quando se realizava exercícios de aplicação da matéria ou pontuais trabalhos em grupo. No entanto, para minha surpresa, também as aprendizagens feitas nas diferentes disciplinas do Mestrado foram realizadas desta forma: investigando, discutindo, envolvendo-me em atividades em conjunto com os meus colegas, com os professores a orientarem todo o processo de forma muito presente, em aula e fora dela, apesar de nos darem a autonomia necessária.

Assim, durante a prática profissional, que se iniciou com observação de aulas e, posteriormente, intervenções concretas na turma, pude perceber se também os *meus* alunos aprendiam desta forma, para além de mim. Os alunos iniciaram o ano letivo a realizar trabalho colaborativo e investigativo, pelo que pude ir observando e aprendendo com eles sobre como é possível desenvolver autonomia e responder com empenho e qualidade às tarefas propostas, mantendo-se interessados nas suas aprendizagens. Se lhes permitirmos, nas condições certas.

Durante a minha intervenção pude comprovar e consolidar o que havia aprendido. Planifiquei uma unidade de ensino sozinha, ajustada ao conjunto de alunos que tinha, com o professor cooperante a dar-me total liberdade para o fazer, mas dando sugestões pertinentes sempre que necessário. Para além da prática letiva, fiquei a conhecer as outras funções que o professor tem para além da docência, mas que não devem ser separadas do trabalho de docente, tais como ser diretor de turma, fazer parte de departamentos e ainda fazer trabalhos de formação e avaliação noutras escolas e reunir frequentemente com os colegas. Neste ponto, o trabalho colaborativo entre professores relevou-se importante, havendo muita comunicação no departamento de Biologia, onde a maioria me tentou incluir. Um dos melhores momentos que guardo desta convivência entre professores, que me fizeram sentir como uma, foi o facto de me procurarem para acompanhar alunos de outra turma durante uma visita de estudo e de uma das professoras utilizar os meus materiais nas suas aulas, o que para mim foi uma validação do meu trabalho.

Enquanto professora, na pouca prática que tive, compreendi que não é possível *classificar* competências, mas sim estas devem ser avaliadas de forma contínua, no processo de aprendizagem. Por isso, é arriscado criar uma atividade com muitos objetivos a atingir e competências a desenvolver. Aprendi que se deve planificar uma atividade a partir dos seus objetivos e depois criar os respetivos critérios de avaliação e não o contrário. É preferível ser menos ambiciosa e realizar diferentes atividades sobre temas diferentes para ver a progressão dos alunos doutras formas, ao longo do ano letivo.

Aprendi que nem todos os alunos aprendem da mesma forma, o que constituiu uma dificuldade durante a intervenção aliada à falta de tempo, que comprometeu uma maior orientação da minha parte em relação a alguns alunos. Uns gostam de descobrir por si próprios, outros precisam mais do apoio do professor e que a informação lhes seja transmitida, essencialmente porque todos são

diferentes. Também nós, professores, nos decidimos por metodologias diferentes, sem que haja um consenso sobre as potencialidades de umas em detrimento de outras, pela subjetividade que também é importante não perder. Por isso, deve encontrar-se um meio termo que maximize as aprendizagens para um conjunto de vinte ou trinta alunos, todos diferentes.

Para além das dificuldades sentidas, tenho noção de que este estudo teve limitações que não lhe permite ser generalizado a outras realidades. A turma estava habituada a este tipo de estratégias e eram excecionalmente interessados. Para além disso, eram só 19 alunos, o que constitui uma amostra pequena para que seja representativa. Em estudos futuros seria oportuno ver a potencialidade das atividades investigativas noutros contextos, com alunos mais jovens do ensino básico que nunca tenham tido contacto com este tipo de atividades para avaliar o desenvolvimento de competências e que tipo de aprendizagens são realizadas. Idealmente, seria realizar o estudo em turmas de início de ciclo de estudos, que o professor pudesse acompanhar até ao final, durante três anos, e se pudesse avaliar a progressão mais prolongada no tempo. No entanto, a própria instabilidade da profissão e da contratação de professores, atualmente, constitui um entrave.

Para terminar, espero conseguir aplicar o que aprendi durante os últimos dois anos e, especificamente durante a minha intervenção enquanto professora, e depois disso, quando e enquanto me deixaram. Ao longo deste percurso ganhei uma nova perspetiva do que um professor pode ser, se nos permitirmos sê-lo, e também muita força e motivação para o que aí virá, mesmo que não seja num futuro tão próximo quanto gostaria. Para já, a terminar esta difícil, mas enriquecedora tarefa que foi ser aluna que aprende a ser professora, que ensina e investiga em simultâneo, penso que consigo compreender, ainda que à minha maneira, o que é ser professor. Ser professor vai para além de usar metodologias de acordo com objetivos, instrumentos e critérios de avaliação que procurem aumentar o envolvimento dos alunos e potenciar o desenvolvimento de competências. Ser professor é uma arte difícil, que é influenciada pelas exigências externas, que se vão alterando ao ritmo da evolução das sociedades. Ser professor é também refletir sobre a própria prática e ajustá-la em prol das aprendizagens dos alunos. É *saber fazer*, pois não basta apenas *saber* (Carvalho & Gil-Pérez, 2003).

Apesar do cenário educativo em Portugal não ser risonho, de muitos colegas professores terem perdido o ânimo e se terem esquecido do que é isto de ser

professor, aprendi que tentar não custa quando se acredita nas metodologias escolhidas, nas capacidades dos alunos e há segurança nas estratégias a utilizar para que se faça diferente, dentro e fora da sala de aula.

## VII. Referências bibliográficas

- AAAS, American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: project 2061*. Washington: Autor.
- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2012). *Basic Immunology: Functions and Disorders of the Immune System* (5.<sup>a</sup> ed). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Adler, P. & Adler, P. (1994). *Observational technique*, In N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds), *Handbook of qualitative research*. London: Sage Publications.
- Alberts, B. Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4.<sup>a</sup> ed). Nova Iorque: Garland Science.
- Almeida, A. M. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. In *(Re)Pensar o Ensino das Ciências* (pp. 51-73). Lisboa: Ministério da Educação.
- American Association for the Advancement of Science/Project 2061. (2017). *Toward high school biology: Understanding growth in living things*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., ..., Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Arosa, F. A., Cardoso, E. M., & Pacheco, F. C. (2007). *Fundamentos de Imunologia*. Lisboa: Lidel.
- Baptista, M. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*. (Tese de Doutoramento). Lisboa: Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.
- Baptista, M., & Freire, A. (2006). Investigações em aulas de Ciências Físico-Químicas. Mudanças nas percepções de alunos do 8.º ano relativamente ao ensino e à avaliação. *Investigar em Educação*, 5, 237-257.
- Barbosa, A. (2012). *A Relação e a Comunicação Interpessoais entre o Supervisor Pedagógico e o Aluno Estagiário*. (Dissertação de Mestrado). Lisboa: Escola Superior de Educação João de Deus.
- Bass, J. E., Contant, T. L. & Carin, A. A. (2009). *Teaching Science as Inquiry*. (11.<sup>a</sup> ed). Boston: Pearson International Edition.
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bolzan, R. (2003). *O aprendizado na internet utilizando Estratégias de Roleplaying Game (RPG)*. (Tese de Doutoramento). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bonito, J. (1996). Na procura da definição do conceito de “actividades práticas”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. Extra, 8-12.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J. & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2014). *Metas curriculares. Ensino Básico. Ciências Naturais. 9.º ano*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.

- Borges, A.T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19, 291-313.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell, & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 37–38). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado: Colorado Springs.
- Cachapuz, A. F., Jorge, M. P. & Praia, J. J. F. M. (2002). *Ciência, Educação em Ciências e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carvalho, A., & Gil-Pérez, D. (2003). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações* (7.<sup>a</sup> ed). São Paulo: Cortez.
- Chagas, I. (2000). *Literacia Científica. O Grande Desafio para a Escola*. Centro de Investigação de Educação: Faculdade de Ciências Lisboa.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). *Research Methods in Education*. London: Routledge Falmer.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.
- Chrispino, A. (2008). Módulo de Controvérsia Social a partir da Abordagem CTS: Um Exemplo aplicado ao Tabagismo. In R.M. Vieira, M.A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Cord.), *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências: Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável* (pp. 266-268). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Cunha, M. I. (2006). Verbetes: formação inicial e formação continuada. *Enciclopédia de pedagogia universitária*. Brasília: MEC/INEP, 354.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2005). Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (Eds.), *Handbook of Qualitative Research 3rd Ed* (pp. 1-32). Sage: Thousand Oaks.
- Dias, C. (2017). *O desenvolvimento de atividades investigativas com recurso à web 2.0 promotoras de uma cidadania ativa no âmbito da investigação e inovação responsáveis*. (Tese de Doutoramento). Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.
- Dias, C. M. & Morais, J. A. (2004). Interação em sala de aula: Observação e análise. *Referência*, 11, 49-56.
- Dillon, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Dourado, L. (2001). Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental: contributo para uma clarificação de termos. In *(Re)Pensar o Ensino das Ciências* (pp. 13-18). Lisboa: Ministério da Educação.
- Ducrot, R., Jacobi, P., Barban, V., Clavel, L., Carmargo, M., Carvalho, Y., ... Gunther, W. (2008). Elaboração multidisciplinar e participativa de jogos de papéis. *Ambiente & Sociedade*, XI, 2, 355-372.
- Ferrara, M. A, Siani, A. C, & Bon, E. (2017). Processos de bioconversão aplicados à obtenção de fármacos e intermediários. *Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria*, 4, 137-172.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw Hill.
- Freire, A. M. (2009). Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. *Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, Castelo Branco.



Galvão, C. (Coord.) (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.

Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores do ensino básico e do ensino secundário*. Lisboa: ASA.

Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências – O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.

Hall, D. (2011) Debate: Innovative teaching to enhance critical thinking and communication skills in healthcare professionals. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 9, 3.

Hildebrand, G. M. (1989). Creating a gender inclusive science education. *Australian Science Teachers Journal*, 35, 7-16.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Howes, E. V.; & Cruz, B. C. (2009). Role-Playing in Science Education: An Effective Strategy for Developing Multiple Perspectives. *Journal of Elementary Science Education*, 21, 3, 33-46.

IEUL (2016). *Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa*. Diário da República, 2.ª série – N.º 52 – 15 de março de 2016. Disponível em <http://www.ie.ulisboa.pt/investigacao/comissao-de-etica>.

James, M. (2006). Assessment, Teaching and Theories of Learning. In J. Gardner., *Assessment and Learning* (pp. 47-60). London: SAGE.

Kahn, P., & O'Rourke, K. (2005). Understanding Enquiry-Based Learning. In T. Barrett, I. Mac Labhrainn, & H. Fallon (Eds.), *Handbook of Enquiry & Problem Based Learning* (pp. 1-12). Galway: CELT.

Kennes, C. (2018). Bioconversion Processes. *Fermentation*, 4(21).

Kolstoe, S. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.

Ladousse, G. (1987). *Role play*. Oxford: Oxford University Press.

Latif, R., Mumtaz, S., Mumtaz, R. & Hussain, A. (2018). A Comparison of Debate and Role Play in Enhancing Critical Thinking and Communication Skills of Medical Students During Problem Based Learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46, 4, 336-342.

Lei n.º 46/86 de 14 de outubro. Diário da República nº 237/1986: série I. Lisboa: Ministério da Educação.

Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M.; Dourado, L.; Vilaça, M.T.; Silva, J.L.; Afonso, A.S; Baptista, J.M. (Eds.) *Trabalho prático experimental em ciências*. (pp. 92-108). Braga: Universidade do Minho.

Leite, L. (2002). As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletín das Ciencias*, 51, 83-92.

Leite, S. A. da S. (Org.) (2006). *Afetividade e Práticas Pedagógicas*. São Paulo: Casa do Psicólogo.

Linhares, E., & Reis, P. (2018). Controvérsias e representação de papéis como estratégia de educação ambiental. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, ... C. Teixeira, *II Encontro Internacional de*

*Formação na Docência: Livro de Atas* (pp. 681-688). Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança, Instituto Politécnico.

Lipman, N., Jackson, L., Trudel, L., & Weis-Garcia, F. (2005). Monoclonal Versus Polyclonal Antibodies: Distinguishing Characteristics, Applications, and Information Resources. *ILAR Journal*, 46, 3, 258-268.

Lourenço, S., (2012). *Development of a CHO cell factory for the production of monoclonal antibodies*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Ludke, M. & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Designing Argumentation Learning Environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (pp. 89-113).

MacLeod, K. (2017). Physics Education and STSE: Perspectives From the Literature. *European Journal Of Physics Education*, 4, 4, 1-12.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1, 28-39.

McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82, 298, 73-82.

Medina, M., & Sanmartín, J. (1990). El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In Medina, M., Sanmartín, J. (Orgs.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública* (pp. 114-121). Barcelona: Anthropos.

Ments, V. M. (1999). *The effective use of role-play: practical techniques for improving learning* (2.<sup>a</sup> ed).

Ministério da Educação. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Direção-Geral da Educação.

Minner, D. D., Levy, A.J., & Century, J. (2009). Inquiry-based science instruction —What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47, 4, 474-496.

Ministério da Educação (2001). *Programa de biologia e geologia para os 10º e 11º anos do curso geral de ciências naturais*. Lisboa: Autor.

Ministério da Educação. (2004). *Programa de Biologia 12º ano – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Ministério da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais – Secundário | Biologia 12.º ano de escolaridade*. Retirado de: [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/12\\_biologia.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/12_biologia.pdf).

Moura, B. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7, 1, 32-46.

Moreira, C. (2014). Bioconversão. *Revista de Ciência Elementar*, 2, 4, 239.

Murphy, K., Travers, P., & Walport, M. (2010). *Imunologia de Janeway* (7.<sup>a</sup> ed). São Paulo: Artmed.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington D.C.: National Academy Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Oliveira, H., Segurado, I., & Ponte, J. P. (1998). Explorar, investigar e discutir na aula de Matemática. In A. Roque & M. J. Lagarto (Orgs.), *Actas do ProfMat 98* (pp. 207-213). Lisboa: APM.

Ontario Ministry of Education. (2013). *Capacity Building Series: Inquiry-Based Learning*. Secretariat (32.<sup>a</sup> ed). Ontario: Autor.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: The Nuffield Foundation.

Osborne, J., Simon, S. & Russel, T. (2009). *Attitudes Towards Science: an Update*.

Pinheiro, C. (2012). *As Actividades Experimentais no desenvolvimento da Autonomia do Aluno: Um estudo de caso no 1.º Ciclo do Ensino Básico*. (Dissertação de Mestrado). Braga: Universidade do Minho.

Ponte, J. P., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998a). *Investigação em educação matemática: Implicações curriculares*. Lisboa: IIE.

Ponte, J. P., Oliveira, H., Brunheira, L., Varandas, J. M., & Ferreira, C. (1998b). O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. *Quadrante*, 7, 2, 41-70.

Ponte, J. P. (2004). *Investigar a nossa prática: uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional*. In E. Castro & E. Torre (Eds.). *Investigacion en educacion matemática* (pp. 61-84). Coruna: Universidad da Coruna.

Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que Relação? *Interações*, 3, 160-187.

Reis, P. (2011). Uma proposta de organização, gestão e avaliação do trabalho em grupo no âmbito de aulas de ciências. In L. Duso & M. B. Hoffman (Orgs.), *Docência em Ciências e Biologia: propostas para um continuado (re)iniciar* (pp. 25-72). Brasil: Editora Unijuí.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Dieter Lenzen, Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Roseman, J. E., Stark, L. A., Herrmann-Abell, C. F., Bass, K. M., DeBoer, G., Drets-Esser, D., ... Yarden, A. (2019). *Developing high school biology curriculum materials that support NGSS teaching and learning: Opportunities and challenges*. Proposal for a symposium presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching., EUA: Baltimore.

Saeed, A., Wang, R., Ling, S. & Wang, S. (2017). Antibody Engineering for Pursuing a Healthier Future. *Frontiers in Microbiology*, 8, 495.

Saltiel, E. (2006). *Methodological Guide: Inquiry Based Science Education – Applying it in the Classroom*. Barcelona: P.A.U. Education.

Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como?. In P. A. Abrantes, *Avaliação das aprendizagens* (pp. 76-84). Lisboa: Ministério da Educação.

Scanlon, V. C. & Sanders, T. (2007). *Essentials of Anatomy and Physiology* (5.<sup>a</sup> ed). Philadelphia: F. A. Davis Company.

- Seeley, R., Stephens, T., & Tate, P. (2005). *Anatomia & Fisiologia* (6.<sup>a</sup> ed). Lisboa: Lusociência.
- Silva, E. L., & Marcondes, M. E. R. (2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 1, 65-83.
- Silva, J., & Leite, L. (1997). Atividades laboratoriais em manuais escolares. Proposta de critérios de análise. *Boletim das Ciencias*, 32, 259-264.
- Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J.F.P., Valente, R.A., Mendes, D., Rebelo, D., & Pinheiro, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10.º ano*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: methods for analysing talk, texto and interaction* (2.<sup>a</sup> ed). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education*. Acta Didactica 4/2004. Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- Sherin, B., Edelson, D., & Brown, M. (2006). On the content of task-structured curricula. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*: Kluwer Academic Publishers.
- Sherwood, L., Willey, J., & Woolveston, C. (2013). *Prescott's Microbiology* (9.<sup>a</sup> ed). Nova Iorque: McGraw Hill.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*.
- Smith, J. (2009). *Biotechnology* (5.<sup>a</sup> ed). Cambridge: Cambridge University Press.
- Smitha, M. S., Singh, S., & Singh, R. (2017). Microbial biotransformation: a process for chemical alterations. *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*, 4, 2, 47-51.
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of science and models: Comparing Portuguese prospective teachers' views. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11, 6.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2016). *Microbiology: An Introduction* (12.<sup>a</sup> ed). Londres: Pearson Education.
- Trna, J., Trnova, E., & Sibor, J., (2012). Implementation of Inquiry-based Science Education in Science Teacher Training. *Journal of Education and Instruction Studies in the Word* 4, 23, 199-209.
- Varandas, J. & Nunes, P. (1998). *Atividades de Investigação: Uma experiência no 10º ano*. Atas do ProfMat98 (pp. 175-178). Guimarães: APM.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: the philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

## **Apêndices**

## Apêndices A – Planificação das aulas

### Apêndice A1 – Aula 1

<b>Lições n.º 83 e 84</b>	<b>Sumário:</b> Início do estudo da Imunidade e Controlo de doenças. Planificação de atividade experimental.	<b>Data:</b> 29/04/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Compreender relações entre agentes patogénicos, infeções e sistema imunitário;</li><li>- Compreender a importância da higienização na promoção da saúde individual e pública;</li><li>- Planificar atividade experimental, com controlo de variáveis;</li><li>- Contacto com metodologia científica;</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Resolução de problemas;</li><li>- Formulação de hipóteses;</li><li>- Autonomia e cooperação;</li><li>- Comunicação;</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<p>(30 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Discutir as conceções prévias dos alunos acerca do sistema imunitário e verificar a existência de conceções alternativas. Os conceitos que os alunos acharem mais relevantes acerca da temática serão apontados no quadro e comparados entre os dois turnos.</li><li>- Visualização de audiovisuais para iniciar a problemática da atividade laboratorial, orientando os grupos de alunos para uma questão-problema geral: qual a importância da higienização das mãos na nossa saúde imunológica?</li></ul> <p>(60 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preparação da atividade laboratorial com inoculação de microrganismos em placas de Petri, a realizar na aula seguinte. Cada grupo de alunos prepara e define uma subquestão a investigar, com variáveis a manipular, orientados pelo guião do aluno e pela professora.</li></ul> <p>(5 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Apresentação da tarefa de pesquisa acerca de doenças provocadas por agentes patogénicos, a partir do guião do aluno. Como tarefa para casa, os alunos deverão analisar e organizar a informação recolhida e compila-la de forma a que possa ser usada como sensibilização para a importância da higienização na saúde.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Guião do aluno;</li><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”;</li><li>- Projetor;</li><li>- Computador;</li><li>- Quadro.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificação da atividade experimental;</li><li>- Observação livre.</li></ul>

## Apêndice A2 – Aula 2

<b>Lições n.º 85 e 86</b>	<b>Sumário:</b> Realização de atividade experimental: inoculação de microrganismos em placas de Petri. Trabalho de pesquisa acerca de doenças infecciosas.	<b>Data:</b> 06/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Compreender relações entre agentes patogénicos, infeções e sistema imunitário;</li><li>- Compreender a importância da higienização na promoção da saúde individual e pública;</li><li>- Realizar atividade experimental, com controlo de variáveis;</li><li>- Contacto com metodologia científica;</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Resolução de problemas;</li><li>- Formulação de hipóteses;</li><li>- Autonomia e cooperação;</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<p>(60 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Esclarecimento de dúvidas acerca da técnica a utilizar na inoculação em placas de Petri.</li><li>- Realização da atividade laboratorial. Cada grupo de alunos põe em prática a planificação realizada na aula anterior, inoculando microrganismos a partir de objetos à escolha, dentro e fora do laboratório. No final, as placas de Petri são colocadas na estufa, a 28°C-30°C. A professora questiona os alunos em relação a este facto, tendo em conta a temperatura ótima de crescimento de alguns microrganismos patogénicos potencialmente perigosos.</li></ul>		
<p>(30 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Continuação da pesquisa acerca de doenças provocadas por agentes patogénicos. Cada grupo terá de já ter um tema definido, que será discutido com a professora, assim como o formato em que apresentarão o trabalho.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Guião do aluno;</li><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”;</li><li>- Placas de Petri;</li><li>- Meio de cultura;</li><li>- Cotonetes;</li><li>- Lamparina;</li><li>- Fósforos;</li><li>- Materiais trazidos pelos alunos.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Observação livre.</li></ul>

### Apêndice A3 – Aula 3

<b>Lições n.º 87 e 88</b>	<b>Sumário:</b> Observação e análise dos resultados da atividade experimental. Conclusão dos trabalhos de pesquisa. Apresentação das atividades de pesquisa e de debate em <i>role play</i> . Escolha e atribuição das personagens.	<b>Data:</b> 08/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interpretar estudos experimentais;</li><li>- Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a saúde individual e pública;</li><li>- Realizar intervenções de sensibilização para prevenir/remediar/minimizar a problemática em estudo;</li><li>- Compreender processos imunitários (imunidade inata e adaptativa);</li><li>- Conhecer principais infeções provocadas por agentes patogénicos (bactérias, vírus, fungos e protozoários).</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Resolução de problemas;</li><li>- Autonomia e cooperação;</li><li>- Comunicação;</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<p>(60 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Observação e análise dos resultados da atividade experimental: contagem, registo de UFC (Unidades Formadoras de Colónias) e comparação de resultados entre os grupos.</li><li>- Trabalho de pesquisa para enriquecer os resultados e justificar as conclusões.</li><li>- Discutir e realizar formas de dinamizar uma ação de sensibilização acerca da importância da higienização para a saúde imunitária a partir dos resultados obtidos.</li></ul> <p>(20 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Discussão e preparação das atividades de pesquisa e de debate em <i>role play</i> a partir da análise do guião do aluno.</li><li>- Escolha das personagens para o role play, definindo personagens com argumentos a favor, contra e neutros para cada um dos grupos.</li><li>- Definição de datas de avaliação e esclarecimento de dúvidas acerca do trabalho final: compilação de todas as atividades de pesquisa realizadas durante a Unidade, de forma criativa. O produto final pode traduzir-se de diferentes formas (poster, revista, podcast, cartazes, blog, site, etc.), com os elementos que os grupos acharem mais pertinentes.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Guião do aluno;</li><li>- Computador;</li><li>- Telemóvel;</li><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”;</li><li>- Placas de Petri inoculadas.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Observação livre;</li><li>- Relatório escrito.</li></ul>



## Apêndice A4 – Aula 4

<b>Lições n.º 89 e 90</b>	<b>Sumário:</b> Trabalho de grupo: pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.	<b>Datas:</b> 13/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interpretar e selecionar informação sobre processos de alergia, doença autoimune e imunodeficiência.</li><li>- Planificar e realizar atividades práticas (ex. pesquisa de informação, atividades</li><li>- Interpretar e selecionar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças.</li><li>- Reconhecer o contributo do conhecimento científico na promoção da saúde imunitária.</li><li>- Explicar a importância de anticorpos monoclonais, antibióticos e vacinas em processos de diagnóstico e terapêutica de doenças.</li><li>- Construir argumentos que suportem um debate acerca dos processos biotecnológicos e de Engenharia Genética aplicados à saúde imunitária.</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Capacidade de análise e síntese;</li><li>- Autonomia e cooperação;</li><li>- Argumentação;</li><li>- Comunicação.</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Em grupos, os alunos procedem à preparação do trabalho final, de forma autónoma, com a orientação da professora.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Guião do aluno</li><li>- Computador</li><li>- Telemóvel</li><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Observação livre</li></ul>

## Apêndice A5 – Aula 5

Lições n.º 91 e 92	<b>Sumário:</b> Continuação do trabalho de grupo: pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.	<b>Datas:</b> 15/05/19
Objetivos	- Interpretar e selecionar informação sobre processos de alergia, doença autoimune e imunodeficiência. - Planificar e realizar atividades práticas (ex. pesquisa de informação, atividades - Interpretar e selecionar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças. - Reconhecer o contributo do conhecimento científico na promoção da saúde imunitária. - Explicar a importância de anticorpos monoclonais, antibióticos e vacinas em processos de diagnóstico e terapêutica de doenças. - Construir argumentos que suportem um debate acerca dos processos biotecnológicos e de Engenharia Genética aplicados à saúde imunitária.	
Competências	- Espírito crítico e criativo; - Capacidade de análise e síntese; - Autonomia e cooperação; - Argumentação; - Comunicação.	
Estratégias/Atividades		
- Em grupos, os alunos procedem à preparação do trabalho final, de forma autónoma, com a orientação da professora.		
Recursos		Instrumentos de Avaliação
- Guião do aluno; - Computador; - Telemóvel; - Manual “Terra, Universo de Vida”.		- Observação livre

## Apêndice A6 – Aula 6

<b>Lições n.º 93 e 94</b>	<b>Sumário:</b> Conclusão do trabalho de grupo: pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.	<b>Datas:</b> 20/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interpretar e selecionar informação sobre processos de alergia, doença autoimune e imunodeficiência.</li><li>- Interpretar e selecionar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças.</li><li>- Reconhecer o contributo do conhecimento científico na promoção da saúde imunitária.</li><li>- Explicar a importância de anticorpos monoclonais, antibióticos e vacinas em processos de diagnóstico e terapêutica de doenças.</li><li>- Construir argumentos que suportem um debate acerca dos processos biotecnológicos e de Engenharia Genética aplicados à saúde imunitária.</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Capacidade de análise e síntese;</li><li>- Autonomia e cooperação;</li><li>- Argumentação;</li><li>- Comunicação.</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Em grupos, os alunos procedem à preparação do trabalho final, de forma autónoma, com a orientação da professora.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Guião do aluno;</li><li>- Computador;</li><li>- Telemóvel;</li><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Observação livre.</li></ul>

## Apêndice A7 – Aula 7

Lições n.º 95 e 96	Sumário: Atividade de debate em <i>role play</i> sobre o contributo da Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doenças.	Data: 22/05/19
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interpretar e analisar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças;</li><li>- Reconhecer o contributo do conhecimento científico na promoção da saúde imunitária;</li><li>- Utilizar argumentos que suportem um debate acerca dos processos biotecnológicos e de Engenharia Genética aplicados à saúde imunitária;</li><li>- Apreciação crítica da informação veiculada pelos media e aplicação de conhecimentos para interpretar problemáticas com impacte social;</li><li>- Ponderar argumentos de natureza diversa, sendo capaz de diferenciar pontos de vista e de distinguir explicações científicas de não científicas, com vista a posicionar-se face a controvérsias sociais que envolvam as diferentes aplicações da biotecnologia.</li></ul>	
Competências	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espírito crítico e criativo;</li><li>- Capacidade de análise;</li><li>- Autonomia;</li><li>- Argumentação;</li><li>- Comunicação.</li></ul>	
Estratégias/Atividades		
<p>(90 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Debate em <i>role play</i>, em que cada aluno é responsável por defender o ponto de vista de uma personagem, dando argumentos a favor, contra e de forma neutra, para enriquecimento do debate. O debate é moderado pela professora e as questões a discutir são apresentadas a partir de notícias recentes acerca das aplicações da biotecnologia no diagnóstico e tratamento de algumas doenças.</li><li>- No final do debate, é pedido aos alunos que redijam uma página com as conclusões mais importantes da discussão, que será adicionada ao trabalho final.</li></ul>		
Recursos		Instrumentos de Avaliação
<ul style="list-style-type: none"><li>- Computador;</li><li>- Projetor.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Grelha de observação;</li><li>- Grelha de verificação.</li></ul>

## Apêndice A8 – Aula 8

<b>Lições n.º 97 e 98</b>	<b>Sumário:</b> Seleção e síntese da informação recolhida. Elaboração do trabalho final.	<b>Data:</b> 27/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Organizar informação recolhida</li><li>- Construir produto final</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Criatividade;</li><li>- Capacidade de análise e síntese;</li><li>- Autonomia e trabalho colaborativo;</li><li>- Comunicação.</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Síntese e redação das conclusões mais importantes retiradas do debate, em grupos;</li><li>- Compilação de todos os trabalhos realizados e elaboração do trabalho final, sob a orientação da professora.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Manual “Terra, Universo de Vida”;</li><li>- Telemóvel;</li><li>- Computador;</li><li>- Guião do aluno.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Observação livre.</li></ul>

## Apêndice A9 – Aula 9

<b>Lições n.º 99 e 100</b>	<b>Sumário:</b> Apresentação e entrega dos trabalhos finais: caracterização da temática e principais conclusões e aprendizagens resultantes da atividade de debate e da pesquisa anterior. Auto e coavaliação do trabalho apresentado.	<b>Data:</b> 29/05/19
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apresentação dos trabalhos finais.</li><li>- Avaliação do trabalho realizado em grupo e individual.</li></ul>	
<b>Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Criatividade;</li><li>- Espírito crítico;</li><li>- Trabalho colaborativo;</li><li>- Comunicação.</li></ul>	
<b>Estratégias/Atividades</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Entrega e breve apresentação dos produtos finais, nos formatos escolhidos.</li><li>- Preenchimento dos questionários de autoavaliação e coavaliação do trabalho de grupo.</li></ul>		
<b>Recursos</b>		<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Produtos finais dos alunos.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Grelha de observação;</li><li>- Grelha de verificação.</li></ul>

## **Apêndice B – Guião do aluno**

### **Apêndice B1 – Questões organizadoras e conceitos da Unidade 3.**

#### **Guião do aluno**

##### **Unidade 3 – Imunidade e Controlo de Doenças**

No final desta unidade, deverão conseguir responder às seguintes questões:

- Em que medida a qualidade de vida dos seres humanos depende da capacidade que possuem para controlar as doenças?
- De que forma poderá o organismo humano defender-se das agressões externas?
- Que situações podem comprometer o funcionamento eficaz do sistema imunitário e que implicações têm na saúde?
- De que modo a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios?

#### **Glossário**

Define os seguintes conceitos:

- sistema imunitário
- imunidade
- defesa específica
- defesa não específica
- resposta inflamatória
- infeção
- imunidade humoral
- imunidade celular
- imunidade ativa
- imunidade passiva
- hipersensibilidade
- doença autoimune
- imunodeficiência
- biotecnologia
- anticorpos monoclonais
- vacinas
- antibióticos
- bioconversão

(Adaptado de Ministério da Educação. (2004). *Programa de Biologia 12º ano – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.)

## Apêndice B2 – Guião da atividade laboratorial e da atividade de pesquisa acerca de doenças infecciosas.

### Guião da atividade laboratorial

#### “Mãos limpas, corpo saudável?”

##### 1ª Parte

Os microrganismos podem ser encontrados no ar, na água, nos vários objetos e superfícies que manipulamos diariamente. Assim, os microrganismos, particularmente os patogénicos, são facilmente dispersos por contacto direto, gotas ou aerossóis ou vetores, como os insetos. Uma via frequente de transmissão por contacto direto passa pelo aperto de mãos mal limpas.

Em laboratório, é possível detetar e facilitar o estudo destes microrganismos através do seu crescimento e multiplicação, inoculando-os em meios de cultura, em condições de temperatura, pH, humidade e composição de nutrientes adequados.



Tendo em conta a rápida disseminação dos microrganismos, que podem trazer riscos para a saúde, e a partir da inoculação em placas de Petri, **planifica** uma atividade experimental que demonstre a ubiquidade dos microrganismos.

1. Identifica os fatores que contribuem para a disseminação de microrganismos e refere qual a sua influência na saúde individual e pública.
2. Formula um problema a investigar com recurso a inoculação de microrganismos em placas de Petri, utilizando os materiais disponíveis.
3. Elabora uma hipótese para o problema formulado.
4. Planifica uma atividade experimental que te permita responder ao problema proposto, onde deverá constar:
  - a. Problemática a investigar;
  - b. Hipóteses;
  - c. Materiais necessários;
  - d. Procedimento;
  - e. Variáveis em estudo;
5. Antes de realizares a atividade, apresenta o plano à professora.
6. Na aula seguinte, observa as placas de Petri e analisa os resultados obtidos. Para isso, podes registar o nº total de colónias, caracterizá-las e ilustrar as conclusões, se considerares pertinente.
7. Regista as conclusões retiradas da atividade.
8. Refere as aprendizagens feitas durante a atividade.

(Adaptado de Silva, A., Santos, M., Mesquita, A., Baldaia, L. & Félix, J. (2018). *Terra, Universo de Vida - Biologia - 12.º Ano*. Porto: Porto Editora.)

## 2ª Parte



### **Doenças infecciosas**

Agentes patogênicos como bactérias, vírus, fungos, protozoários e alguns animais podem causar uma grande variedade de doenças. Faz uma pesquisa de informação acerca de uma doença provocada por um agente patogénico, onde inclua:

- organismo causador;
- forma de transmissão e infeção;
- sintomas causados;
- principais consequências para o organismo infetado;
- contexto histórico.

Compila a informação de forma a que possa ser apresentada à comunidade.



### **Importância da higienização – Sensibilização**

A partir dos dados obtidos na atividade experimental, discute formas criativas de dinamizar uma ação de sensibilização acerca da higienização. Elabora-a.



## **Apêndice B3 – Guião da atividade de pesquisa “Como podem a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?”**

### **Guião da atividade de pesquisa**

#### **“Como podem a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?”**



Faz uma pesquisa acerca de desequilíbrios e doenças relacionadas com o sistema imunitário que te permita responder à questão problema apresentada. Podes recorrer a entrevistas de pessoas portadoras de uma das doenças, investigadores na área, informação de centros de saúde, internet, livros, revistas, jornais, etc.

Cada grupo deve escolher um exemplo de cada tipo de distúrbio para investigar e comunicar à turma, para que não se repitam.

	<b>Hipersensibilidade</b>	<b>Doença autoimune</b>	<b>Imunodeficiência</b>
<b>Ilha 1</b>			
<b>Ilha 2</b>			
<b>Ilha 3</b>			
<b>Ilha 4</b>			
<b>Ilha 5</b>			
<b>Ilha 6</b>			

Apresenta a informação recolhida de forma a que possa ser apresentada à comunidade, num formato à escolha.

## **Apêndice B4 – Guião da atividade de debate em *role play*.**

### **Guião da atividade**

#### **“Ponto de encontro da cidadania: Biotecnologia: Sim ou não?”**

Duração: 90 minutos

À semelhança do debate mais alargado da televisão portuguesa, *Prós e Contras*, da RTP, onde todas as semanas é tratado um assunto diferente, controverso e atual, é proposta uma encenação do formato, em contexto de sala de aula, em que diferentes partes integrantes da nossa sociedade se pronunciam, de forma a que se conheçam diferentes pontos de vista e se discutam terapêuticas inovadoras para alguns distúrbios.

Para isso, cada aluno deverá representar uma das seguintes personagens:

#### **Com argumentos a favor:**

- Investigador em Microbiologia
- Médico imunologista – membro da Sociedade Portuguesa de Imunologia
- Investigador da indústria de biotecnologia farmacêutica
- Investigador da área da biotecnologia: OGMs na indústria alimentar – animais e plantas
- Empresário da agropecuária
- Doente oncológico/autoimune/imunodepressivo

#### **Com argumentos contra:**

- Especialista em Medicinas Alternativas/Naturopatia
- Membro de Congregação religiosa
- Ativista dos Direitos Humanos
- Ativista dos Direitos dos animais
- Membro de movimento anti vacina português
- Investigador da indústria de biotecnologia farmacêutica
- Empresário da agropecuária
- Doente oncológico/autoimune/imunodepressivo

#### **Neutros (enriquecimento do debate):**

- Representante da Ordem dos Médicos
- Representante da Ordem dos Biólogos
- Jurista: especialista em Direito das Ciências da Vida
- Presidente de Associação de Consumidores
- Representante da Comissão de Ética para a Saúde

Será valorizada a **criatividade** e **originalidade** do vosso discurso e personagens!



Na **preparação do debate** em *role play*, cada aluno deve recolher e analisar informação para organizar a sua argumentação. A partir da pesquisa realizada, tenta responder de forma fundamentada às seguintes questões, tendo em conta a personagem atribuída:

- Como combater bactérias sem antibióticos?
- As vacinas devem ser ou não obrigatórias?
- Qual a importância de haver um sistema nacional de vacinação?
- Doentes dispostos a serem testados com terapêuticas novas?
- Imunoterapia na luta contra o cancro?
- Pesquisa em animais: sim ou não?
- O que fazer quando os diagnósticos pré-natais detetam a presença de genes associados a doenças graves?
- Qual o impacto da produção em massa de substâncias como antibióticos, vacinas, vitaminas, insulina e esteroides?
- Organismos geneticamente modificados: prós e contras?
- Transgénicos no mercado português?
- A biotecnologia é uma aposta em Portugal?
- Como são os transgénicos utilizados em Portugal?



Após a pesquisa, redige **uma página** que resuma o contributo da tua personagem, com alguns dos argumentos que consideras vir a ser mais relevantes durante o debate. Deve conter bibliografia.

**Depois do *role play***, nos grupos de trabalho habituais, atualiza o resumo anterior com as conclusões mais importantes retiradas da atividade, nomeadamente as vantagens e desvantagens da biotecnologia, que possam enriquecer o trabalho final.

(Adaptado de: Vicêncio, A. (2013). Biotechnology: millions that can generate billions? In *Why is there so much talk about INQUIRY across Europe? A proposal to work with the science curriculum in the classroom*, Lisboa, maio 2013. Dublin: Projeto SAILS).

## Apêndice B5 – Calendarização das atividades.

### Calendarização

Data	Atividades
29/04 2ª feira	Preparação da aula experimental: Mãos limpas, corpo saudável?
01/05 4ª feira FERIADO	Tarefa: pesquisa acerca de doenças infecciosas.
06/05 2ª feira	Aula laboratorial: Mãos limpas, corpo saudável? Pesquisa bibliográfica acerca de doenças infecciosas.
8/05 4ª feira	Conclusão da atividade “Mãos limpas, corpo saudável?” Apresentação da atividade de pesquisa: Como podem a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos? Preparação da atividade de debate em <i>role play</i> : escolha e atribuição das personagens.
13/05 2ª feira	Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
15/05 4ª feira	Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
20/05 2ª feira	Pesquisa bibliográfica, seleção e organização da informação e da argumentação.
22/05 4ª feira	Atividade de debate em <i>role play</i> .
27/05 2ª feira	Seleção e síntese das conclusões do debate, organização da apresentação à turma do trabalho final: artigo para os <i>media</i> .
29/05 4ª feira	Apresentação e caracterização da temática e principais conclusões e aprendizagens resultantes da atividade de debate e da pesquisa anterior através da redação de um artigo para os <i>media</i> .



#### Datas a assinalar:

10 de maio: data limite de entrega da pesquisa acerca de doença infecciosa;

20 de maio: data limite de entrega da síntese da pesquisa e argumentação para o debate;

27 de maio: data limite de entrega da síntese pós-debate;

29 de maio: data limite de entrega do trabalho final (compilação de todas as atividades em formato à escolha que possa ser apresentado à comunidade).

## Apêndices C – Grelhas de avaliação

### Apêndice C1 – Grelha de avaliação da atividade experimental.

Avaliação da atividade experimental				
Critérios	1	2	3	4
<b>Planificação</b>	Tem dificuldades em resolver o problema. Necessita de ajuda do professor e/ou colegas de grupo	Apresenta um plano pouco eficaz. Reconhece poucas variáveis importantes.	Apresenta um plano bem estruturado. Compreende e formula de forma geral o problema.	Apresenta um plano de investigação claro. É capaz de formular o problema e discuti-lo de forma crítica.
<b>Concretização experimental</b>	As medições e observações são feitas de forma incorreta. Tem dificuldade e necessita de orientação.	É capaz de fazer medições e observações de forma correta, apenas se tiver orientação.	É capaz de fazer medições e observações de forma correta, mas tem dificuldade em utilizar os instrumentos.	É capaz de fazer medições e observações de forma correta e consistente, com precisão. Utiliza corretamente os instrumentos necessários.
<b>Análise da situação de aprendizagem</b>	É incapaz de ir além dos dados recolhidos.	Organiza os dados, mas quando tem indicações para o fazer.	Interpreta os dados e apresenta conclusões corretas, mas de forma geral.	Sintetiza as informações de forma correta e consegue estabelecer relações entre elas.
<b>Aplicação da situação a outros contextos</b>	É incapaz de aplicar ou estender a investigação a outras situações. Precisa de orientação.	É capaz de relacionar as conclusões com outros assuntos quando orientado e questionado diretamente.	Relaciona conclusões com outros estudos e temas, mas propõe aplicações apenas em áreas semelhantes.	Relaciona conclusões com outros temas e estudos. Sugere aplicações apropriadas e propõe outras investigações.
<b>Correção científica</b>	Apresenta várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Apresenta uma ou duas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Apresenta um bom domínio de conceitos e informações.	Apresenta um excelente domínio de conceitos e informações.
<b>Criatividade</b>	Apresentação nada criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.	Apresentação pouco criativa ao nível da metodologia e dos materiais utilizados.	Apresentação com vários aspetos criativos ao nível da metodologia e dos materiais utilizados	Apresentação extremamente criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.
<b>Suporte de apresentação</b>	Não utiliza qualquer elemento audiovisual para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas/gráficos, vídeos).	Utiliza alguns elementos audiovisuais de fraca qualidade.	Utiliza elementos audiovisuais de qualidade mas não os explora adequadamente.	Utiliza elementos audiovisuais de grande qualidade para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas/gráficos, vídeos)
<b>Componente interventiva</b>	Não apresenta ou tem dificuldade em apresentar soluções para a questão-problema.	Apresenta soluções para a questão-problema, a nível da comunidade, mas que não são exequíveis.	Apresenta soluções exequíveis para a questão-problema, de forma geral.	Apresenta soluções exequíveis e bem fundamentadas para a questão-problema, de forma geral e ao nível da comunidade.

## Apêndice C2 – Grelha de avaliação das atividades de pesquisa.

Critérios de avaliação do trabalho de pesquisa acerca de distúrbios imunológicos				
Critérios	1	2	3	4
<b>Rigor científico</b>	Apresenta várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações. Não utiliza linguagem científica.	Apresenta uma ou duas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações. Nem sempre utiliza linguagem científica.	Apresenta um bom domínio de conceitos e informações. Utiliza linguagem científica.	Apresenta um excelente domínio de conceitos e informações. Utiliza linguagem científica.
<b>Pesquisa, seleção e análise de informação</b>	Mostra muita dificuldade em selecionar a informação. Não apresenta uma síntese da informação relevante pesquisada.	Mostra dificuldade em selecionar a informação, não a conseguindo analisar. Apresenta uma síntese da informação, apesar de não ter elementos pertinentes.	Mostra alguma dificuldade em selecionar a informação. Apresenta uma boa síntese da informação mais pertinente.	Mostra facilidade em selecionar a informação e analisá-la. Apresenta uma muito boa síntese da informação mais pertinente.
<b>Relevância e qualidade do conteúdo</b>	Não responde às questões propostas; A informação recolhida está desconectada com o tema proposto ou é incorreta.	Responde apenas a algumas das questões propostas. Recolhe pouca informação relacionada com o tema.	Responde a todas as questões propostas. A informação recolhida está relacionada com o tema.	Responde a todas as questões propostas e apresenta outros factos interessantes.
<b>Organização do conteúdo</b>	Revela dificuldade em organizar o conteúdo de forma clara ou lógica, apenas apresenta conjuntos de factos.	A maioria do conteúdo está organizada de forma lógica.	Apresenta seções, títulos e tópicos, mas a organização dos tópicos não é a mais correta.	O conteúdo está bem organizado através de secções, títulos, tópicos e esquemas.
<b>Qualidade das conclusões</b>	É incapaz de ir além dos dados recolhidos. Apresenta raciocínios ilógicos.	Organiza os dados de forma lógica algumas vezes.	Interpreta os dados e apresenta conclusões corretas, mas de forma geral.	Sintetiza as informações de forma correta e consegue estabelecer relações entre elas.

## Apêndice C3 – Grelha de avaliação da atividade de debate.

Critérios de avaliação do debate em <i>role play</i>				
Critérios	1	2	3	4
<b>Pesquisa, seleção e análise de informação</b>	Mostra muita dificuldade em selecionar a informação. Não apresenta uma síntese da informação relevante pesquisada.	Mostra dificuldade em selecionar a informação, não a conseguindo analisar. Apresenta uma síntese da informação, apesar de não ter elementos pertinentes.	Mostra alguma dificuldade em selecionar a informação. Apresenta uma boa síntese da informação mais pertinente.	Mostra facilidade em selecionar a informação e analisá-la. Apresenta uma muito boa síntese da informação mais pertinente.
<b>Síntese e organização da argumentação</b>	A síntese da informação, termos e conceitos é feita de forma incorreta e desorganizada. Não consegue elaborar argumentos chave da sua argumentação.	A síntese da informação, termos e conceitos é, por vezes, feita de forma incorreta e desorganizada. Tem dificuldade em elaborar argumentos chave, de forma clara.	A síntese da informação, termos e conceitos, é feita de forma correta e organizada. Elabora argumentos-chave de forma clara, mas tem dificuldade em explicá-los por palavras próprias.	A síntese da informação, termos e conceitos é feita de forma correta e organizada, com base em evidências e conhecimento. Elabora argumentos-chave de forma muito clara e muito bem estruturada.
<b>Rigor científico</b>	Apresenta várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações. Não utiliza linguagem científica.	Apresenta uma ou duas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações. Nem sempre utiliza linguagem científica.	Apresenta um bom domínio de conceitos e informações. Utiliza linguagem científica.	Apresenta um excelente domínio de conceitos e informações. Utiliza linguagem científica.
<b>Assertividade e pertinência do discurso</b>	Não revela apropriação da personagem escolhida. Não utiliza as informações pesquisadas para argumentar corretamente. Não apresenta de factos/exemplos pertinentes.	Revela alguma apropriação da personagem escolhida. Tem dificuldade em utilizar as informações pesquisadas para argumentar corretamente. Apresenta poucos factos/exemplos.	Revela apropriação da personagem escolhida. Tem conhecimento da sua argumentação e consegue justificar corretamente na maioria das vezes. Apresenta alguns factos/exemplos pertinentes.	Revela apropriação da personagem escolhida. Tem conhecimento da sua argumentação e consegue justificar sempre corretamente. Apresenta factos/exemplos pertinentes.
<b>Tom de voz e demonstração de interesse</b>	Revela um discurso inaudível, com voz monótona e/ou insegura, sem inflexões e expressividade. Não demonstra interesse e não intervém.	Revela um discurso inaudível, com voz monótona e/ou insegura, mas com alguma expressividade. Demonstra algum interesse, mas só intervém quando solicitado.	Discurso audível durante a maior parte da apresentação, sem inflexões ou expressividade. Demonstra interesse e intervém voluntariamente algumas vezes, de forma pertinente.	Discurso audível durante a apresentação, boa articulação da voz e expressividade. Demonstra muito interesse e intervém sempre voluntariamente, de forma pertinente e entusiasmada.

## Apêndice C4 – Grelha de avaliação do trabalho final.

Critérios de avaliação do produto final				
Critérios	1	2	3	4
<b>Relevância e qualidade do conteúdo</b>	Não responde às questões propostas; A informação recolhida está desconectada com os objetivos ou é incorreta.	Responde apenas a algumas das questões propostas. Recolhe pouca informação relacionada com os objetivos.	Responde a todas as questões propostas. A informação recolhida está relacionada com os objetivos.	Responde a todas as questões propostas e apresenta outros factos interessantes.
<b>Organização do conteúdo</b>	Revela dificuldade em organizar o conteúdo de forma clara ou lógica, apenas apresenta conjuntos de factos.	A maioria do conteúdo está organizada de forma lógica.	Apresenta secções, títulos e tópicos, mas a organização dos tópicos não é a mais correta.	O conteúdo está bem organizado através de secções, títulos, tópicos e esquemas.
<b>Criatividade</b>	Apresentação dos conteúdos nada criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.	Apresentação dos conteúdos pouco criativa ao nível da metodologia e dos materiais utilizados.	Apresentação dos conteúdos com vários aspetos criativos ao nível da metodologia e dos materiais utilizados	Apresentação dos conteúdos extremamente criativa e inovadora tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.
<b>Suporte utilizado</b>	Não utiliza qualquer elemento audiovisual (imagens, esquemas, vídeos para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação.	Utiliza alguns elementos audiovisuais de fraca qualidade.	Utiliza elementos audiovisuais de qualidade mas não os explora adequadamente.	Utiliza elementos audiovisuais de grande qualidade para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas, vídeos)



## Apêndices D – Questionários

### Apêndice D1 – Questionário aplicado aos alunos após a atividade experimental.

<b>QUESTIONÁRIO – Atividade experimental</b>	<b>2018/2019</b>
--	------------------

Este questionário insere-se numa investigação no âmbito do Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia, na Unidade Curricular de Introdução à Prática Profissional IV, sobre as potencialidades da atividade experimental realizada. O preenchimento é anónimo.

1. De forma geral, gostaste da atividade? Sim ☐ Não ☐

2. Que aspetos positivos destacas?

---

---

---

---

3. E aspetos negativos?

---

---

---

---

4. Tratando-se de uma atividade investigativa, o que gostarias de ter explorado mais durante a atividade? E menos?

---

---

---

---

5. Que aprendizagens fizeste durante a atividade?

---

---

---

---

6. O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?

---

---

---

---

7. Selecciona as competências que adquiriste nesta atividade:

- ☐ Raciocínio
- ☐ Pensamento crítico e pensamento criativo
- ☐ Relacionamento interpessoal
- ☐ Autonomia
- ☐ Cooperação
- ☐ Comunicação
- ☐ Resolução de problemas
- ☐ Obtenção e interpretação de dados
- ☐ Planificar atividade experimental

8. Quais foram as maiores dificuldades que sentiste durante a atividade?

---

---

---

9. Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?

---

---

---

10. Deixa algumas sugestões e alterações que melhorem a atividade e a intervenção da professora.

---

---

---

Obrigada pela colaboração! 😊

**Apêndice D2 – Questionário aplicado aos alunos acerca das atividades de pesquisa.**

<b>QUESTIONÁRIO – Atividades de pesquisa</b>	<b>2018/2019</b>
--	------------------

Este questionário insere-se numa investigação no âmbito do Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia, na Unidade Curricular de Introdução à Prática Profissional IV, sobre as potencialidades das atividades de pesquisa realizadas. O preenchimento é anónimo.

1. De forma geral, gostaste das atividades? Sim ☐ Não ☐

2. Que aspetos positivos destacas?

---

---

---

3. E aspetos negativos?

---

---

---

4. Tratando-se de atividades investigativas, o que gostarias de ter explorado mais? E menos?

---

---

---

5. Que aprendizagens fizeste durante as atividades?

---

---

---

6. O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?

---

---

---

7. Selecciona as competências que desenvolveste nesta atividade:

- ☐ Raciocínio e resolução de problemas
- ☐ Pensamento crítico e pensamento criativo
- ☐ Relacionamento interpessoal
- ☐ Autonomia e cooperação
- ☐ Comunicação
- ☐ Formulação de hipóteses
- ☐ Obtenção e interpretação de dados
- ☐ Seleção e Interpretação de informação

8. Quais foram as maiores dificuldades que sentiste durante as atividades?

---

---

---

---

9. Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?

---

---

---

---

10. Deixa algumas sugestões e alterações que melhorem as atividades e a intervenção da professora.

---

---

---

---

Obrigada pela colaboração! 😊

**Apêndice D3 – Questionário aplicado aos alunos após a atividade de debate em *role play*.**

<b>QUESTIONÁRIO – Debate em <i>role play</i></b>	<b>2018/2019</b>
--	------------------

Este questionário insere-se numa investigação no âmbito do Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia, na Unidade Curricular de Introdução à Prática Profissional IV, sobre as potencialidades do debate em *role play* realizado. O preenchimento é anónimo.

1. De forma geral, gostaste da atividade? Sim ☐ Não ☐

2. Que aspetos positivos destacas?

---

---

---

3. E aspetos negativos?

---

---

---

4. Tratando-se de uma atividade investigativa, o que gostarias de ter explorado mais durante a atividade? E menos?

---

---

---

5. Que aprendizagens fizeste durante a atividade?

---

---

---

6. O que poderia ter sido feito para que aprendesses melhor?

---

---

---

7. Selecciona as competências que desenvolveste nesta atividade:

☐ Raciocínio e resolução de problemas

- ☐ Autonomia e cooperação
- ☐ Pensamento crítico e pensamento criativo
- ☐ Relacionamento interpessoal
- ☐ Comunicação
- ☐ Capacidade de síntese
- ☐ Argumentação
- ☐ Seleção e análise de informação

8. Quais foram as maiores dificuldades que sentiste durante a atividade?

---

---

---

---

9. Como conseguiste ultrapassar essas dificuldades?

---

---

---

---

---

Obrigada pela colaboração! 😊

**Apêndice D4 – Questionário final aplicado aos alunos, após a apresentação dos trabalhos finais.**

<b>QUESTIONÁRIO FINAL</b>	<b>2018/2019</b>
---------------------------	------------------

Este questionário insere-se numa investigação no âmbito do Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia, na Unidade Curricular de Introdução à Prática Profissional IV, sobre as potencialidades das atividades investigativas. O preenchimento é anónimo.

1. No geral, gostaste das atividades propostas durante a Unidade 3? Sim ☐ Não ☐

2. Que aspetos positivos destacas?

---



---



---

3. E aspetos negativos?

---



---



---

4. Que tipo de atividade gostaste mais de realizar? (Enumera de 1 a 3 consoante o teu nível de preferência).

\_\_ Atividade experimental

\_\_ Atividades de pesquisa

\_\_ Debate em *role play*

5. Gostarias de repetir este tipo de atividades? Porquê?

---



---



---

6. Classifica as seguintes afirmações sobre a intervenção da professora com:

1 = Concordo plenamente, 2 = Concordo, 3 = Indeciso, 4 = Discordo, 5 = Discordo plenamente

	1	2	3	4	5
Consegui compreender as atividades propostas pela professora de forma clara.					
A professora esclareceu-me as dúvidas que tinha sempre que solicitei.					

A professora introduziu os temas e as atividades de forma clara e concisa.					
Senti falta de acompanhamento nas atividades pela professora.					
A professora não me deu autonomia suficiente durante as atividades propostas.					

7. Que competências desenvolveste ao longo da Unidade 3?

- ☐ Pensamento crítico e criativo
- ☐ Autonomia
- ☐ Cooperação
- ☐ Comunicação e argumentação
- ☐ Seleção e análise de informação
- ☐ Raciocínio e resolução de problemas
- ☐ Tomadas de decisão
- ☐ Manipular variáveis
- ☐ Obtenção e interpretação de dados
- ☐ Saber científico e tecnológico
- ☐ Consciência e domínio do corpo

8. Que aprendizagens fizeste?

---



---



---



---



---

9. Selecciona as atividades que pensas facilitar a tua aprendizagem.

- a. ☐ Investigar um tema à escolha do professor
- b. ☐ Fazer exercícios de aplicação da matéria dada pelo professor
- c. ☐ Realização de trabalhos de grupo
- d. ☐ Realização de atividades interativas, como debates, trabalhos de pares, jogos, etc.
- e. ☐ Investigar um tema à escolha do aluno
- f. ☐ Esclarecimento de dúvidas pelo professor
- g. ☐ Assistir a aulas transmissivas, através da explicação do professor com suporte em PowerPoint ou do quadro.
- h. ☐ Trabalhos de projeto em grupo
- i. ☐ Trabalhos de pesquisa individuais
- j. ☐ Realizar atividades laboratoriais seguindo um protocolo predefinido.
- k. ☐ Planificar uma atividade prática, definindo um problema a estudar.



10. Das opções anteriores, indica 3 estratégias que consideras mais interessantes (podes indicar as letras respetivas).

---

---

11. Das opções anteriores, indica até 3 estratégias que gostarias de utilizar mais em aula.

---

---

12. Durante toda intervenção da professora, o trabalho foi realizado em grupo.

Consideraste vantajoso trabalhar em grupo? Sim ☐ Não ☐

Justifica.

---

---

---

---

13. De 0 a 5, como classificarias o teu empenho e interesse no trabalho final? Justifica.

---

---

---

---

14. E o do teu grupo? Justifica.

---

---

---

---

15. As atividades realizadas implicam que os alunos aprendam investigando. Quais as principais vantagens das atividades investigativas na aprendizagem?

---

---

---

---

16. E desvantagens?

---

---

---


---

Obrigada pela colaboração! 😊



## **Anexos**

## Anexo 1 – Planificação anual.

<p style="text-align: center;"><b>Planificação Anual - Biologia - 12º ano</b> Ano lectivo 2018/2019</p>	
---	---

PERÍODO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS	Calendarização
1º	<p><b>1. Reprodução Humana e Manipulação da Fertilidade</b></p> <p>1. Reprodução Humana</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gónadas e Gametogénese</li> <li>• Controlo Hormonal</li> <li>• Fecundação, desenvolvimento embrionário e gestação</li> </ul> <p>2. Manipulação da Fertilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos contraceptivos</li> <li>• Reprodução assistida</li> </ul> <p><b>2. Património Genético</b></p> <p>1. Herança Genética</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissão das características hereditárias</li> </ul>	<p>Setembro</p> <p>Outubro</p> <p>Novembro</p> <p>Dezembro</p>
PERÍODO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS	Calendarização
2º	<p><b>2. Património Genético (continuação)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organização e regulação do material genético</li> </ul> <p>2. Alterações do Material Genético</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutações</li> <li>• Fundamentos da engenharia genética</li> </ul> <p><b>3. Imunidade e Controlo de Doenças</b></p> <p>1. Sistema Imunitário</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vírus e bactérias</li> <li>• Os líquidos circulantes do organismo e os órgãos do sistema imunitário</li> <li>• Linhas de defesa do organismo</li> </ul> <p>2. Biotecnologia no Diagnóstico e Terapêutica de Doenças</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Importância biomédica dos anticorpos</li> <li>• Biotecnologia na produção de outras substâncias terapêuticas</li> </ul>	<p>Janeiro</p> <p>Fevereiro</p> <p>Março</p> <p>Abril</p>

PERÍODO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS	Calendarização
3º	<b>4. Produção de alimentos e Sustentabilidade</b> 1. Microbiologia e Indústria Alimentar <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentação e actividade enzimática</li> </ul> 2. Exploração das Potencialidades da Biosfera <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cruzamento de plantas e criação de animais</li> <li>• Controlo de pragas</li> </ul>	Maio
	<b>5. Preservar e Recuperar o Meio Ambiente</b> 1. Poluição e Degradação de Recursos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminantes da atmosfera, do solo e da água e seus efeitos fisiológicos</li> <li>• Tratamento das águas residuais</li> <li>• Tratamento de resíduos sólidos</li> <li>• Impactes humanos a nível global</li> </ul> 2. Crescimento da População Humana e Sustentabilidade	Junho

MATERIAL NECESSÁRIO:
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Manual adoptado ou material facultado ou pedido pelo professor (fichas de trabalho, relatórios, caderno de actividades).</li> <li>➤ Dossiê ou caderno diário da disciplina.</li> <li>➤ Nas aulas de actividade experimental é necessário o uso de bata.</li> </ul>

## **Anexo 2 – Questões formuladas pelos grupos acerca do sistema imunitário.**

Grupo 1 – “Em que medida, o uso do cordão umbilical é eficaz no combate de agentes patogénicos/doenças? (Quando o cordão umbilical é guardado para uso posterior)”

Grupo 2 – “Já foram curadas duas pessoas que tinham SIDA. Qual foi o processo que levou à cura?”

Grupo 3 – “Como é que vírus e bactérias que originalmente só afetavam animais, afetam agora seres humanos?”

Grupo 4 - Que antibióticos naturais podem ser utilizados contra os “novos agentes patogénicos”?

Grupo 5 – “O que é uma doença autoimune e como se curam?”

Grupo 6 – “Por que razão o ser humano não se adapta tão rapidamente a agentes patogénicos como eles se adaptam a antibióticos?”

### **Anexo 3 – Escolha das personagens para a atividade de debate em *role play*.**

Grupo 1: Aluno 1 - Representante da Ordem dos Biólogos  
Aluno 2 - Ativista dos Direitos Humanos  
Aluno 3 - Doente oncológico

Grupo 2: Aluno 4 - Empresário da agropecuária  
Aluno 5 - Ativista dos Direitos dos animais  
Aluno 6 - Representante da Ordem dos Médicos

Grupo 3: Aluno 7 - Jurista: especialista em Direito das Ciências da Vida  
Aluno 8 - Especialista em Medicinas Alternativas/Naturopatia  
Aluno 9 - Médico imunologista – membro da Sociedade Portuguesa de Imunologia

Grupo 4: Aluno 10 - Investigador em Microbiologia  
Aluno 11 - Presidente de Associação de Consumidores  
Aluno 12 - Membro de Congregação religiosa

Grupo 5: Aluno 13 - Investigador da indústria de biotecnologia farmacêutica  
Aluno 14 - Representante da Ordem dos Médicos  
Aluno 15 - Empresário da agropecuária

Grupo 6: Aluno 16 - Membro de movimento anti vacina português  
Aluno 17 - Investigador da área da biotecnologia: OGMs na indústria alimentar – animais e plantas  
Aluno 18 - Representante da Comissão de Ética para a Saúde

**Anexo 4 – Temas do trabalho de pesquisa acerca de distúrbios do sistema imunitário.**

<b>Grupos</b>	<b>Hipersensibilidade</b>	<b>Doença autoimune</b>	<b>Imunodeficiência</b>
<b>1</b>	Síndrome de Stevens-Johnson	Esclerose múltipla	SIDA
<b>2</b>	Eritroblastose fetal	Hepatite autoimune	SIDA
<b>3</b>	Alergia à penicilina	Doença de Behçet	I. combinada grave
<b>4</b>	Asma brônquica (alérgica)	Lúpus	I. por déficit de imunoglobulinas
<b>5</b>	Urticária aquagénica	PANDAS	I. por deficiência de fagócitos
<b>6</b>	Intolerância à lactose	Diabetes tipo I	Deficiência de adesão linfocitária



## Anexos 5 – Avaliações

### Anexo 5.1 – Classificações da atividade experimental.

	Planificação	Concretização	Análise	Aplicação	Correção científica	Criatividade	Suporte	Intervenção		Total
Grupo 1	4	4	4	4	4	4	4	4	20,0	<b>20</b>
Grupo 2	3	4	4	3	3	3	4	3	16,9	<b>17</b>
Grupo 3	4	4	4	4	4	4	4	4	20,0	<b>20</b>
Grupo 4	4	4	4	4	4	4	4	3	19,4	<b>19</b>
Grupo 5	4	4	3	3	3	3	3	3	16,3	<b>16</b>
Grupo 6	4	4	3	3	3	4	3	3	16,9	<b>17</b>

## Anexo 5.2 – Classificações do debate em *role play*.

	<b>Pesquisa</b>	<b>Síntese</b>	<b>Rigor científico</b>	<b>Discurso</b>	<b>Interesse</b>	<b>Total</b>
Aluna 1	3	4	3	3	4	<b>17</b>
Aluna 2	4	3	4	2	3	<b>16</b>
Aluna 3	4	4	3	3	3	<b>17</b>
Aluno 4	3	3	4	4	4	<b>18</b>
Aluna 5	3	3	3	3	3	<b>15</b>
Aluno 6	4	4	4	2	2	<b>16</b>
Aluna 7	4	4	4	4	4	<b>20</b>
Aluno 8	4	4	4	4	4	<b>20</b>
Aluna 9	4	4	4	4	4	<b>20</b>
Aluno 10	4	3	3	3	3	<b>16</b>
Aluna 11	4	4	4	4	4	<b>20</b>
Aluna 12	4	3	3	4	4	<b>18</b>
Aluno 13	4	4	3	3	3	<b>17</b>
Aluno 14	3	4	4	4	3	<b>18</b>
Aluna 15	3	3	3	3	2	<b>14</b>
Aluno 16	4	4	3	4	3	<b>18</b>
Aluno 17	4	4	3	4	4	<b>19</b>
Aluna 18	4	4	3	3	3	<b>17</b>
Aluno 19	-	-	-	-	-	<b>-</b>

### Anexo 5.3 – Classificações do trabalho final.

	Relevância do conteúdo	Organização do conteúdo	Criatividade	Suporte		Total
Aluna 1	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluna 2	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluna 3	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluno 4	1	1	1	1	5	<b>5</b>
Aluna 5	3	3	4	4	17,5	<b>18</b>
Aluno 6	4	3	4	2	16,3	<b>16</b>
Aluna 7	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluno 8	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluna 9	4	4	4	4	20	<b>20</b>
Aluno 10	3,5	4	4	4	19,45	<b>19,5</b>
Aluna 11	3,5	4	4	4	19,45	<b>19,5</b>
Aluna 12	3,5	4	4	4	19,45	<b>19,5</b>
Aluno 13	3	3	3,5	4	16,9	<b>17</b>
Aluno 14	3	3	3,5	4	16,9	<b>17</b>
Aluna 15	3	3	3,5	4	16,9	<b>17</b>
Aluno 16	3	4	4	4	18,8	<b>19</b>
Aluno 17	3	4	4	4	18,8	<b>19</b>
Aluna 18	3	4	4	4	18,8	<b>19</b>
Aluno 19	-	-	-	-	-	<b>-</b>

#### **Anexo 5.4 – Classificações finais.**

<b>12º A e B</b>	<b>Classificação</b>
Aluna 1	19
Aluna 2	19
Aluna 3	19
Aluno 4	14
Aluna 5	15
Aluno 6	15
Aluna 7	20
Aluno 8	20
Aluna 9	20
Aluno 10	20
Aluna 11	20
Aluna 12	19
Aluno 13	18
Aluno 14	17
Aluna 15	12
Aluno 16	18
Aluno 17	18
Aluna 18	17
Aluno 19	12 a)

a) Classificação do 2.º período.

## **Anexos 6 – Trabalhos realizados pelos alunos**

### **Anexo 6.1 – Exemplo de relatório da atividade experimental**

Escola Secundária

## **Influência da higiene oral na disseminação de bactérias.**

**Trabalho realizado por:** Aluna 1; Aluna 2; Aluna 3

**Ilha:** 1

**Disciplina:** Biologia

9 de maio de 2019

## Introdução

Neste relatório vai-se descrever a experiência realizada na aula de biologia. Esta teve como objetivo verificarmos de que forma a higiene oral influencia a disseminação das bactérias existentes na cavidade oral. Como tal, colocamos a seguinte hipótese:

**Quanto mais higienizada estiver a cavidade oral menor é a disseminação de bactérias.**

## Materiais

- 3 placas de Petri;
- Estufa;
- Álcool;
- Cotonetes;
- Caneta de acetato;
- Pasta de dentes (Parodontax);
- Escova de dentes;
- Elixir dentífrico (Vitis);
- Meio nutritivo;
- Lamparina.



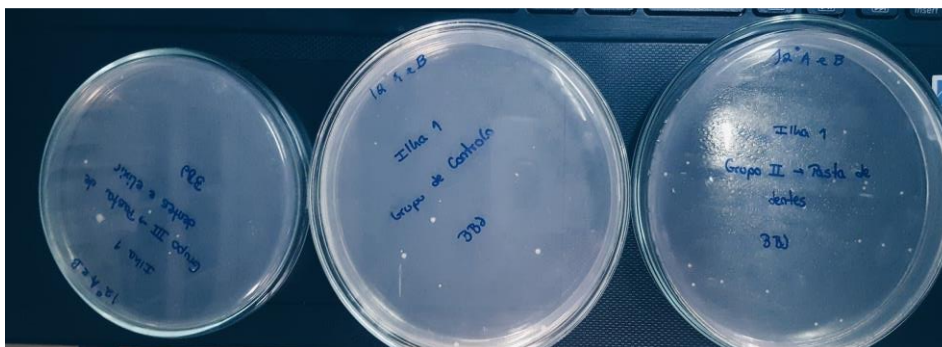
**FFig.1** - Material utilizado.

## Procedimento

- Colocar o meio nutritivo nas placas de Petri;
- Identificar as placas de Petri;
- Retirar uma amostra de saliva com o cotonete, de seguida passar, levemente, o mesmo com trajeto de *zig zag* na placa de Petri do grupo de controlo;
- Repetir o passo anterior após lavar os dentes;
- Repetir novamente o passo anterior após o uso do elixir;
- Colocar as placas de Petri na estufa a 27°C;
- Observar os resultados após, mais ou menos, 48h e interpretar os mesmos.

## Resultados

Ao observar-se as placas de Petri após as 48h na estufa, verificou-se que o grupo de Controlo possuía menos bactérias, do que a placa de Petri constituída pelas bactérias retiradas após a lavagem com a pasta de dentes. A placa de Petri constituída pelas bactérias retiradas após a passagem do elixir possuía menos bactérias do que as duas placas referidas anteriormente.



**Fig. 2** - Placas de Petri com as amostras.

Grupo	Número de Colónias	Caracterização
I - Controlo	9	Pontos brancos com diversos tamanhos
II - Pasta de Dentes	20	
III - Pasta de Dentes e Elixir	5	

### Interpretação dos resultados

De acordo com a nossa hipótese era de esperar que, de entre todas as amostras, a do grupo de controlo fosse a que tivesse o maior número de colónias de bactérias. Ao observarmos os resultados verificou-se que não ocorreu o previsto, uma vez que a placa com maior número de colónias foi a do grupo II- Pasta de Dentes, embora a placa do grupo III- Pasta de Dentes e Elixir, possua o menor número de colónias, tal como era suposto.

Possivelmente, as anomalias devem-se à ocorrência de erros experimentais durante a atividade laboratorial. Ao realizarmos a experiência podem ter ocorrido diversos fatores que influenciaram a mesma, tais como:

- A pasta de dentes já ter sido usada, possuindo, por isso, diversos microrganismos para além dos da cavidade bucal;
- A má lavagem da dentição devido à escova não ser a mais apropriada para a estrutura da mesma,
- O facto de o cotonete passar mais frequentemente na zona da bochecha e ao realizar-se a lavagem, apenas se lavar a dentição e não o resto da cavidade oral, permitindo a permanência de algumas bactérias;
- A extração da amostra ter sido realizada fora da zona aquecida da lamparina, provocando a possível contaminação do cotonete com bactérias do exterior;
- A pasta de dentes conter glicerina, que sendo tão energética como a sacarose serve de nutriente às bactérias provocando o crescimento das mesmas.



**Fig.3** - Constituição da pasta usada (a Glicerina é o terceiro ingrediente indicado)

## Conclusão

Neste trabalho abordamos a disseminação de bactérias e a influência da higiene oral na mesma. Concluímos que a higiene oral é importante no controlo da disseminação das bactérias, mesmo que os resultados obtidos não se encontrem todos de acordo com a hipótese inicial.

Este trabalho foi importante para o nosso conhecimento e melhorar as nossas técnicas de realização de atividades experimentais, melhorando também as nossas capacidades de investigação, organização e seleção de informação.



**Anexo 6.2 – Exemplos de folhetos informativos da atividade  
“Mãos limpas, corpo saudável?”**

### Resultados de um inquérito sobre qual é o melhor método para limpar as mãos



Num questionário realizado podemos observar que a maioria das pessoas pensa que a melhor forma de limpar as mãos é com água e sabão, no entanto há muitas situações em que o inverso é verdade.

Água e Sabonete	47.37 %
Desinfetante	26.32 %
Alcool Étilico	26.32 %
Água	0 %
Toalhetes	0 %

Embora lavar as mãos com água e sabão seja o melhor método para remover sujidade, em quase todos os casos, isto não é suficiente para remover/matar as bactérias que podemos ter nas mãos, uma vez que para isto é necessária alguma concentração de álcool, que é extremamente útil para impedir a transmissão de certas doenças como a influenza ou pneumonia.



#### Facto Interessante

Em média, entras em contacto com por volta de 300 superfícies cada 30 minutos, assim expondo o teu corpo a 830,000 micróbios.



Link para mais informação sobre a doença da influenza



Link para a experiência descrita

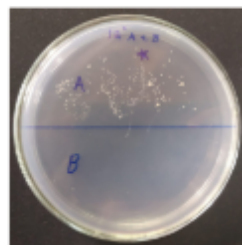
Se tens mais questões ou dúvidas podes nos contactar em [mafas.sites@gmail.com](mailto:mafas.sites@gmail.com) ou ir ao site oficial da organização mundial de saúde em <https://www.who.int/> e ir à página de higiene

ESTÁS A LAVAR AS MÃOS EFICIENTEMENTE?

Melhor Método De Limpeza de mãos

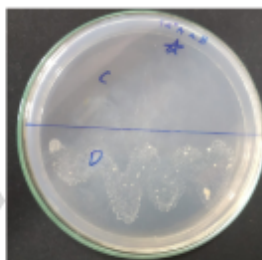


## Resultados da experiência



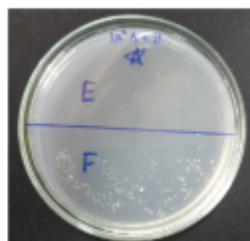
Grupo de Controlo  
(Mãos sujas)

Mãos lavadas com álcool  
etílico (96%)



Mãos lavadas com  
desinfetante

Mãos lavadas com  
água e sabão



Mãos lavadas com  
toalhetes

Mãos lavadas com  
água

A nossa experiência revelou que, embora o sabonete seja conhecido por ser o melhor para lavar as mãos não é tão eficiente a matar bactérias e a desinfetar superfícies

## Como devo lavar as mãos?



## E se eu tiver de escolher uma única forma?

Se estivéssemos limitados nas nossas opções de higiene, e só pudessemos levar conosco uma única coisa para higienizar, teria que ser o desinfetante, uma vez que têm o lado positivo da portabilidade que as toalhetes também têm, mas para além disso, tem o facto de eliminar bactérias tão eficientemente, como o álcool. A única desvantagem é o facto de deixar de ser viável no caso de estarmos com as mãos gordurosas, uma vez que perde grande parte da eficácia, coisa que o sabonete com água resolve facilmente!



## Aviso ao leitor!

Se estiveres a comprar ou usar um sabonete líquido tem cuidado com aqueles que tenham uma consistência cremosa, e verifica os ingredientes, uma vez que alguns podem conter lactose, ou outras substâncias que promovam o crescimento bacteriano quando não lavados posteriormente com água suficiente.

## O SARAMPO AO LONGO DA HISTÓRIA

Pensa-se que o vírus do Sarampo tenha evoluído de um vírus do gado por volta do século XII. No entanto, em 910 o médico e filósofo Rasis já tinha compilado um livro sobre o que atualmente se pensa ser o sarampo e a variola.



O vírus necessita de uma população de 500 000 indivíduos para sobreviver. Por esta razão o vírus proliferou entre o século XV e XX, matando cerca de 200 milhões de pessoas, incluindo 6 a 7 milhões de crianças anualmente, e destruindo inúmeras populações nativas da Ásia e das Américas.

Thomas Peebles foi capaz de identificar e cultivar o vírus responsável pelo sarampo. Em 1963, John Franklin Enders desenvolveu a vacina contra o sarampo, com base no material isolado por Peebles. Em 1971, Maurice Hilleman desenvolveu a vacina VASPR.



Nos últimos anos, especialmente nos EUA, tem crescido uma comunidade anti-vacinas, o que originou um surto súbito de sarampo nesta região (86 casos reportados em 2016 e 764 em 2019).

## COMO PREVENIR?

**Isolamento.** A pessoa infetada deve reduzir as interações com outras pessoas durante esse período.

**Higiene individual.** Lavar as mãos antes das refeições, de cozinhar e de mexer em alimentos, além de cortar as unhas para evitar a contaminação com micro-organismos, são essenciais para a prevenção de doenças, especialmente se alguém em casa estiver em período de contágio. É de salientar a higiene em ambientes públicos, como casas de banho.

**Vacinação.** Qualquer pessoa em risco de contágio deve ser vacinada o quanto antes. A VASPR (Vacina contra o Sarampo, Rubéola e Parotidite Epidémica) está incluída no PNV, em Portugal, e recomenda-se que a primeira dosagem seja feita aos 12 meses de idade e a segunda aos 5 anos.

## FATORES DE RISCO

- **Não estar vacinado.** Ao não estar vacinado tem muito mais probabilidade de ser infetado.
- **Viajar internacionalmente.** Viajar para países onde o sarampo é mais comum, estará exposto a um maior risco de infeção.
- **Ter um défice de vitamina A.** A deficiência de vitamina A é um fator de risco reconhecido para infeções de sarampo grave.

Bibliografia



# SARAMPO

UMA VACINA,  
UMA VIDA



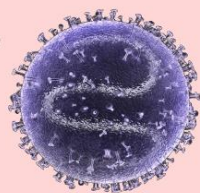
O que é?  
Quais os sintomas?  
Como se previne?



## O VÍRUS

O sarampo é causado pelo *Measles morbillivirus*.

É um vírus endêmico ao humano, não habitando noutros animais.



O vírus é constituído por uma só cadeia de RNA de sentido negativo. Após associar-se às células da traqueia ou brônquios, utilizando a hemaglutinina (H) e fundindo-se utilizando a proteína de fusão (F), o vírus é transcrito e traduzido para formar proteínas virais, que irão formar vários novos vírus e infectar o corpo, especialmente o sistema respiratório.

## TRANSMISSÃO E INFECÇÃO

O vírus é transmitido pela propagação de gotículas ou por contacto direto com as secreções de pessoas infectadas, como a tosse ou espirros. O vírus pode durar até duas horas em suspensão no ar ou nas superfícies com que entrou em contacto. A transmissão por via indireta (objetos tocados pelas pessoas infectadas) é rara.

As pessoas não vacinadas e que nunca tiveram sarampo têm uma elevada probabilidade de contrair a doença se forem expostas ao vírus. No entanto, a primeira infecção protege a pessoa para o resto da vida contra o sarampo.

## SINTOMAS

- Febre alta
- Congestão nasal (coriza)
- Irritação na garganta
- Tosse seca
- Olhos inflamados
- Sinais de Koplik (pequenos pontos brancos com centro azulado que aparecem na mucosa bucal)
- Erupções cutâneas
- Prostração



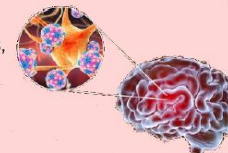
## DIAGNÓSTICO

O diagnóstico do sarampo baseia-se nos sintomas típicos do vírus e na erupção, mas podem também ser usadas técnicas de sorologia, de modo a se detetar anticorpos no sangue para um diagnóstico mais exato.



## CONSEQUÊNCIAS

O sarampo afeta vários órgãos, como os pulmões, os intestinos e o cérebro. Algumas complicações incluem **pneumonia**, que ocorre sobretudo nos bebés, diarreia e até em certas ocasiões **encefalite**. Esta é uma complicação grave que ocorre em cerca de 1/1500 casos, causando **febre alta**, **convulsões** e **coma**, normalmente entre 2 dias a 3 semanas depois de a erupção ter aparecido, podendo ser breve. No entanto, pode causar danos cerebrais ou mesmo a morte. O sarampo pode também **suprimir o sistema imunitário**, aumentando o risco de infeções bacterianas, como por exemplo otites do ouvido médio ou pneumonia bacteriana.



## COMO SE TRATA?

Não existem medicamentos específicos para tratar o sarampo. Antibióticos são ineficazes uma vez que se trata de uma infeção viral e não bacteriana. Só no caso de surgir uma infeção bacteriana secundária deverá ser prescrito um antibiótico.

O objetivo do tratamento é proporcionar conforto e alívio para os sintomas. É importante controlar a febre e as dores musculares, recorrendo a paracetamol ou ibuprofeno, repouso, ingestão de muitos líquidos, uso de humidificadores para alívio da tosse e suplementos de vitamina A.



### **Anexo 6.3 – Exemplos de argumentações individuais para o debate.**

#### **Preparação do debate: Jurista, especialista em Direito das Ciências da Vida**

(Aluna 7)

O PNV está em vigor desde 1965, sendo que está documentado que a sua aplicação tem um impacto significativo na saúde da população, com a eliminação/controlo de várias doenças. Destaca-se a obrigação de assegurar os elevados padrões de efetividade e de eficiência das vacinas, assim como devem ser garantidos os princípios da gratuidade, acessibilidade, equidade, abrangência (destinam-se a todas as pessoas que em Portugal tenham indicação para vacinação) e o aproveitamento de todas as oportunidades de vacinação. É indispensável promover ações de comunicação para os cidadãos para promover a adesão informada e esclarecida à vacinação. Em Portugal, as vacinas que constam no Programa Nacional de Vacinação não são obrigatórias, com exceção das vacinas contra o tétano e a difteria (desde 1962); no entanto, muitas delas são recomendadas. Porém, a não vacinação trata diversas complicações futuras, como por exemplo, o boletim de vacinas é um dos requisitos para que uma criança se possa matricular na escola. A produção em massa de medicamentos, em especial antibióticos, deve ser abordado como um problema de saúde pública. A utilização excessiva de antibióticos é feita, em especial, nos animais. Deste modo, a Direção-Geral de Alimentação e Veterinária, em colaboração com outros programas, implementou um “Plano de Ação Nacional para a Redução do Uso de Antibióticos nos Animais”, a decorrer por um período de 5 anos. Além disso, devem ser implementadas campanhas de sensibilização para a utilização correta dos antibióticos. Em Portugal, a base jurídica existente para solicitação de dados sobre a comercialização de medicamentos veterinários contendo antibióticos na sua composição é expressa no artigo 120º do Decreto-Lei n.º 148/2008, de 29 de julho, que tem como objetivo “Determinar a quantidade de substâncias ativas vendidas no ano de 2011, por classes de antibióticos, por espécies animais, e por formas farmacêuticas”. O número total de animais utilizados em investigações científicas tem vindo a diminuir ao longo dos anos, que se pode explicar pelas preocupações éticas, assim como restrições jurídicas, em que estão incluídas a necessidade de uma autorização prévia para a experimentação que recorra à utilização de animais, a existência de um estabelecimento com um mínimo de requisitos no que se refere ao abrigo/cuidado dos animais utilizados para fins científicos, assim como a intensificação da recomendação de “substituição” de

animais por métodos alternativos à sua utilização na investigação científica. No caso de doentes dispostos a serem testados com terapêuticas novas, é necessário ter em atenção o consentimento para a participação em ensaios clínicos, que deve ser livre, esclarecido, expresso e dado por escrito, no caso de menores ou incapacitados, só é permitida a realização do ensaio clínico quando resultar num benefício clínico direto para o sujeito e o consentimento deve ser prestado pelos seus representantes legais, com atenção à manifestação de vontade do indivíduo. Os organismos geneticamente modificados, além de originarem controvérsia, podem (e devem) suscitar debates públicos. Neste momento, encontra-se em vigor uma moratória da União Europeia que impede a autorização da libertação no ambiente ou colocação no mercado comunitário de novos OGMs, de modo a poder ser estabelecido um enquadramento legal baseado em regras transparentes e rigorosas com vista a salvaguardar a saúde dos cidadãos.

## **Bibliografia**

<https://dre.pt/application/file/518963>  
<https://dre.pt/application/file/3150789>  
<https://dre.pt/application/file/a/74779525>  
<https://dre.pt/application/file/a/107954289>  
<https://expresso.pt/sociedade/2019-03-30-O-estado-da-vacinacao#gs.d8bbsi>  
<http://www.imt.pt/BO/uploadDOCS/Lei/lei712013.pdf>  
[http://www.infarmed.pt/documents/15786/1068535/decreto\\_lei\\_2097-94.pdf](http://www.infarmed.pt/documents/15786/1068535/decreto_lei_2097-94.pdf)  
[http://www.cneqv.pt/admin/files/data/docs/1324661716\\_P%20062%20CNECV%202011.pdf](http://www.cneqv.pt/admin/files/data/docs/1324661716_P%20062%20CNECV%202011.pdf)  
<https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2013/08/15100/0470904739.pdf>  
[https://www.dgs.pt/paginas-de-sistema/saude-de-a-a-z/organismos-geneticamente-modifica\\_dos.aspx](https://www.dgs.pt/paginas-de-sistema/saude-de-a-a-z/organismos-geneticamente-modifica_dos.aspx)

## **Presidente da Associação de Consumidores**

(Aluna 11)

Enquanto Presidente da Associação de Consumidores, posso afirmar que quaisquer produtos ou serviços com o objetivo de alcançar o consumidor têm a obrigação de satisfazer os fins a que se destinam e produzir os efeitos que se atribuem. Não podem implicar riscos incompatíveis com a sua utilização, e tem de ter em vista a proteção da saúde e da segurança física das pessoas. Para além do mesmo, tem sempre de haver um consentimento por parte do consumidor em causa, tendo em conta toda a informação pertinente na situação específica. Com isto em mente, no caso de haver doentes dispostos a serem testados com terapêuticas novas, é necessário respeitar as regras acima enunciadas.

Considerando a origem dos produtos, os bens que se comprem estão intimamente relacionados com os seus respetivos produtores. O comércio justo é uma forma de se assegurar que os produtores têm mais em atenção os consumidores, colocando-os acima do lucro, e dando-lhes informação sobre os produtos ou serviços e métodos de comercialização, o que pode ser relevante aquando da escolha dos bens.

Tendo em atenção os organismos geneticamente modificados, posso afirmar que a Organização Mundial da Saúde declarou que os produtos transgênicos disponíveis no mercado internacional cumprem todos os critérios e parâmetros de avaliação de risco pelas respetivas autoridades nacionais, e que em 2003, a sociedade de toxicologia considerou que os produtos transgênicos possuem uma composição e características nutricionais semelhantes às dos alimentos produzidos convencionalmente.

A saúde do consumidor é uma das nossas prioridades, e substâncias como antibióticos, vacinas, vitaminas, insulina e esteroides têm um papel fulcral. No entanto, segundo estudos, a produção em massa destas substâncias tem como consequência o aumento da resistência de os agentes patogénicos que se estão a tentar eliminar. Os mesmos evoluem e as substâncias usadas para os eliminar têm de se renovar, o que demora muito mais tempo do que a mutação destes agentes.

Considerando toda a informação disponibilizada, os consumidores são os únicos que podem fazer as suas escolhas, pelo que nós apenas podemos informá-los para ajudar nessa seleção. As escolhas do consumidor refletem-se na sua saúde, pelo que é a favor do mesmo que estas sejam ponderadas.



## **Bibliografia**

<http://acop.planetaclix.pt/> [14/05/2019]

<https://www.consumidor.gov.pt/parceiros/sistema-de-defesa-do-consumidor/associacoes-de-consumidores.aspx> [16/05/2019]

<https://www.cidac.pt/index.php/o-que-fazemos/comercio-e-desenvolvimento/comercio-justo/> [18/05/2019]

<https://jovenscientistas12.wordpress.com/> [19/05/2019]

#### **Anexo 6.4 – Exemplos de trabalhos finais.**



## Índice:

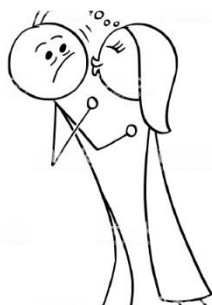
- **Curosidade do mês:** Herpes labial.....3
- **Biotecnologia:** sim ou não?.....4
- **Hipersensibilidade:** Síndrome de Stevens-Johnson.....5
- **Doença autoimune:** Esclerose múltipla.....6
- **Imunodeficiência:** Sida.....7
- "Como pode a ciência e a tecnologia contribuir para prevenir, detetar ou resolver desequilíbrios imunológicos?".....8
- **Experiência:** influência da higiene oral na disseminação de bactérias.....9
- **Webgrafia** .....10

## HERPES LABIAL

3

É uma Infecção contagiosa e crónica causado pelo vírus Herpes Simplex (VSH), pode surgir em qualquer parte do corpo mas as zonas mais comuns são os lábios (tipo 1) e as zonas genitais (tipo 2).

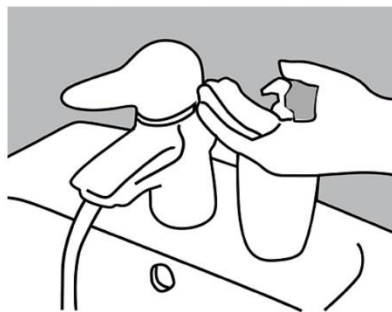
Apresentam episódios latentes e episódios ativos.



### TRANSMISSÃO E FATORES DE RISCO

**Transmite-se por:** Saliva; Beijos; Objetos contaminados e levados à boca.

**Fatores de risco:** Stress; Exposição solar excessiva; Alterações hormonais; Infecções (ex: gripe); Entre outros, como doenças que possam pôr em causa o sistema imunitário do indivíduo.



### TRATAMENTO

O herpes não tem cura definitiva, mas é possível atenuar os seus sintomas através de antivirais e outros produtos próprios para a infeção.

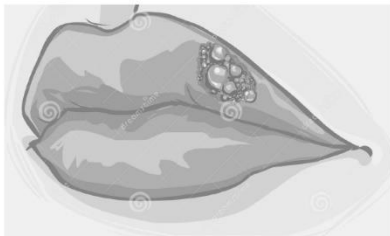
Para além disso, os sintomas do herpes desaparecem à medida que o sistema imunitário recupera.

### SINAIS E SINTOMAS

Os sinais e sintomas sentidos normalmente são momentâneos.

São exemplos destes:

Formigueiro; Comichão; Ardor; Vermelhidão; Dor; Bolha/ferida; Febre; Mau estar



## BIOTECNOLOGIA: SIM OU NÃO?

4

No dia 22 de maio ocorreu na sala 31 da Escola Secundária um debate sobre a biotecnologia e a sua importância.

A Biotecnologia é uma área da ciência voltada para a utilização de sistemas e organismos vivos na criação e melhoria de técnicas e produtos.

A Biotecnologia tem contribuído bastante para o avanço da medicina, uma vez que tem permitido a produção de ferramentas mais precisas na deteção e no tratamento de doenças, reduzindo a ocorrência de doenças contagiosas. A Imunoterapia, por exemplo, é algo bastante inovador na cura do cancro, que deve ser sempre apresentada como hipótese ao doente e utilizada sempre que possível. A imunoterapia acaba por não afetar tanto o sistema imunitário do paciente como ocorre com a quimioterapia e outros tipos de tratamento para o cancro. Deste modo, o sujeito ao realizar esta nova terapêutica não se sente tão debilitado. Por outro lado as doenças contagiosas podem ser reduzidas através da vacinação, por exemplo, o facto de certas crianças não tomarem as vacinas na idade suposta faz com que as doenças se propaguem, dado que para além de não serem erradicadas na totalidade, também, podem ser transmitidas para aqueles que não tem idade ainda para tomar determinadas vacinas ou para outros que nunca se vacinaram. Daí que seja bastante importante a existência de um Plano Nacional de vacinação, assim como incentivo do uso destas.

Um dos assuntos em que a biotecnologia gera mais controvérsia é na permissão do uso dos alimentos transgénicos ou OGM (Organismo Geneticamente Modificados), embora possuam bastantes vantagens, existem alguns contras significativos. Devido à existência de OGM as colheitas possuem um maior rendimento e resistência, permitindo um menor uso de pesticidas e outros produtos nocivos para o ambiente. Além disso, estes alimentos são mais nutritivos, produzem-se mais rápido e duram mais tempo diminuindo assim os desperdícios alimentares. Os produtos transgénicos serão necessários, hoje em dia (devido ao excesso de população existente na Terra), pelos motivos referidos, porém nos rótulos de cada produto não vem a informação de que estes são geneticamente modificados, o que pode não ser eticamente correto, uma vez que o consumidor tem direito a saber o que está a consumir e a escolher os seus produtos. No entanto, ainda existe uma certa incerteza dos efeitos dos produtos transgénicos, a longo prazo, no meio ambiente e nos organismos, podendo contribuir para a diminuição da biodiversidade e o aumento de doenças causadas pelos mesmo.



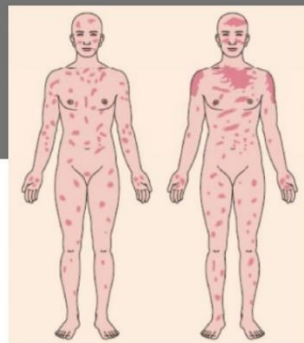


# SÍNDROME DE STEVENS-JOHNSON

5

## O que é?

A síndrome de Steven-Johnson caracteriza-se por uma reação de **hipersensibilidade** cutânea tardia que atinge a pele e as mucosas. Ou seja, trata-se de uma reação exagerada do sistema imune a uma substância indentificada como "estranha" pelo organismo.



## Quais os sintomas?

A Síndrome de Stevens-Johnson é diagnosticada pelo aspeto da pele e das membranas mucosas afetadas, pode-se, também, recorrer a uma biópsia cutânea.

## Alguns dos sintomas são:

- Tosse;
- Febre;
- Dor de cabeça;
- Ceratoconjuntivite (infecção da conjuntiva e da córnea dos olhos);
- Dores no corpo;
- Erupção cutânea plana e vermelha na face, no pescoço e no tronco;
- Ulcerações nas membranas mucosas.

## Quais as causas?

A síndrome de Stevens-Johnson é causada por reações alérgicas a medicamentos, infeções bacterianas, vacinas e, por vezes, ocorre devido à doença do enxerto contra o hospedeiro, que afeta indivíduos com o sistema imunológico debilitado por medicamentos ou doenças. Nas crianças, a síndrome é causada, maioritariamente, através de uma infeção.

## Existe tratamento?

A síndrome de Stevens-Johnson possui tratamento, este poderá ser a partir de uma ciclosporina, pela troca de plasma ou imunoglobulina. Estes pacientes são tratados, normalmente, num centro para queimaduras ou unidade de terapia intensiva.

# ESCLEROSE MÚLTIPLA<sup>6</sup>

## O que é?

Todos já ouvimos falar desta doença mas poucos sabem o que realmente significa. A esclerose múltipla caracteriza-se como sendo uma **doença autoimune** que afeta o sistema nervoso central, uma vez que o sistema imunitário não é capaz de diferenciar as próprias células com as células estranhas acabando por destruir o próprio tecido. Neste caso ocorre a perda da mielina que por sua vez afeta a capacidade de transmissão dos estímulos nervosos.



## Quais os sintomas?

Os sintomas podem evoluir de diferentes formas, podendo aparecer e desaparecer ou progredir gradualmente.

## Alguns deles são:

- Perda de sensibilidade e sensação de formiguelo nas extremidades do corpo;
- Visão dupla ou turva;
- Falhas de memória e concentração;
- Alteração do equilíbrio e coordenação;
- Depressão ou alterações de humor;
- Dificuldades na fala;
- Fadiga e perda de força muscular.

## Quais as causas?

Não se sabe ao certo quais as causas exatas da doença, mas reconhece-se que há fatores de natureza genética, imunológica, viral, bacteriana ou ambiental que contribuem para o seu aparecimento. Contudo, não se trata de uma doença hereditariamente transmissível ou contagiosa.

## Existe tratamento?

Sendo a esclerose múltipla uma doença crônica incapacitante, não existe uma cura, mas sim tratamentos que permitem melhorar a qualidade vida do indivíduo, retardando a sua evolução ou reduzindo a frequência e gravidade dos episódios.

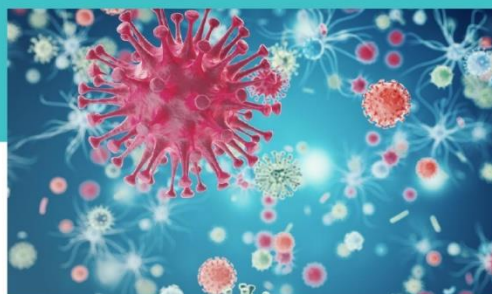
A tecnologia e a ciência tem sido grandes aliados desta doença, dado que permitem detetar e diagnosticar de uma forma mais rápida e precisa os indícios e lesões provocados pela EM.

# SIDA

7

## O que é?

A Sida - síndrome da imunodeficiência adquirida - caracteriza-se como sendo uma **imunodeficiência**, isto é, uma doença do sistema imunológico. Esta doença afeta as defesas do corpo, sendo as principais causas de morte dos doentes infetados com o vírus são, as infeções e doenças que atacam a seguir. Num doente com as defesas muito diminuídas, mesmo uma simples infeção se pode tornar fatal.



## Quais os sintomas?

Os sintomas desta doença são semelhantes aos da gripe num período inicial.

Após isto é seguido um longo período de tempo sem sintomas, uma vez que o organismo vai conseguindo repor as células destruídas e por isso, durante muitos anos, a doença não se manifesta.

## Quais as causas?

Esta doença é causada pelo vírus da imunodeficiência humana (VIH), que invade as células do sangue responsáveis pela defesa do organismo contra infeções e tumores, assim sendo, é transmitida pelo sangue. Por isso, à medida que a doença progride e interfere mais com o sistema imunitário, a pessoa torna-se mais propensa a ter outros tipos de doenças, que num estado normal não a afetariam.

## Sintomas da gripe:

- Mal-estar generalizado;
- Febre;
- Arrepios;
- Dor de cabeça;
- Dor muscular e articular,
- Tosse seca;
- Dor de garganta

## As causas mais comuns são:

- A utilização de agulhas contaminadas com o vírus;
- Uma relação sexual não protegida;
- A transmissão do vírus de uma mulher grávida infectada para os seus filhos, durante a gravidez.

## Existe tratamento?

Não existe uma vacina ou um tratamento que cure a sida, apenas métodos de prevenção, ou seja, que evitam o contacto com o vírus. Existe também um tratamento antirretroviral ( fármacos usados para o tratamento de infeções por retrovírus), aplicado diretamente após a exposição, porém provoca efeitos secundários desagradáveis como diarreia, mal estar, náuseas e fadiga.

# "COMO PODE A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA CONTRIBUIR PARA PREVENIR, DETETAR OU RESOLVER DESEQUILÍBRIOS IMUNOLÓGICOS?"

8

O sistema imunológico, tal como todos os sistemas biológicos, pode ter falhas. Deste modo a tecnologia e a ciência tem sido grandes aliados na prevenção, deteção e resolução de desequilíbrio imunológicos.

## Inovação na prevenção:

Os antirretrovirais são fármacos utilizados no tratamento de infeções, com a tecnologia foi desenvolvida a terapia antirretroviral, com fármacos menos tóxicos, o que abrange uma maior diversidade de medicamentos no caso de haver resistência do vírus e há um maior controlo de doenças associadas, como o cancro. Esta terapia consiste em ingerir três ou mais tipos de medicamentos que impedem o vírus de se multiplicar, prevenindo estragos no sistema imunitário.

Um exemplo da aplicação desta técnica é as mães infectadas pela sida usarem antirretrovirais durante a gestação para prevenir a transmissão do vírus aos seus filhos.

## Inovação na deteção:

Um dos recursos de diagnóstico, que mais tem evoluído, é a ressonância magnética, visto que devido à sua melhor resolução facilita a deteção da doença bem como o estado em que se encontra de uma forma muito precisa e precoce.

A esclerose múltipla é um exemplo de doença possível de ser detetada por este método.



## Inovação no tratamento:

A terapia fotodinâmica é uma reação fotoquímica que está associada a uma substância fotossensibilizante, ou seja, uma fonte de luz e oxigénio. Esta terapia tem-se destacado como uma das técnicas utilizadas no combate de doenças neoplásicas, arteriosclerose, doenças virais (herpes), doenças bacterianas, micoses, tratamentos odontológicos e dermatológicos (acne). A terapia fotodinâmica é mais uma técnica de tratamentos com recursos a aparelhos para o controlo das diversas doenças da pele, diminuindo a necessidade do uso de medicamentos e o índice de efeitos colaterais e, simultaneamente, facilita a vida dos indivíduos.



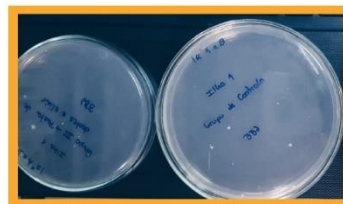
## Experiência: influência da higiene oral na disseminação de bactérias.

A experiência deste mês está relacionada com a disseminação de bactérias da cavidade oral, tendo em conta a higiene da mesma. Deste modo, a hipótese que se coloca é a seguinte:

**Quanto mais higienizada estiver a cavidade oral menor é a disseminação de bactérias.**

Os materiais necessários para realizar esta experiência são os seguintes:

- 3 placas de Petri;
- Estufa;
- Álcool;
- Cotonetes;
- Caneta de acetato;
- Pasta de dentes (Parodontax);
- Escova de dentes;
- Elixir dentífrico (Vitis);
- Meio nutritivo;
- Lamparina.



Na imagem representada acima, estão apresentados parte dos resultados da experiência realizada.

Após possuir todos os materiais necessários o procedimento a seguir é o seguinte:

- Colocar o meio nutritivo nas placas de Petri;
- Identificar as placas de Petri;
- Retirar uma amostra de saliva com o cotonete, de seguida passar, levemente, o mesmo com trajeto de zig zag na placa de Petri do grupo de controlo;
- Repetir o passo anterior após lavar os dentes;
- Repetir novamente o passo anterior após o uso do elixir;
- Colocar as placas de Petri na estufa a 27°C;
- Observar os resultados após, mais ou menos, 48h e interpretar os mesmos.

10

## Webgrafia:

Manual MSD. Síndrome de Stevens-Johnson. Disponível em:

<https://www.msdmanuals.com/pt-pt/casa/dist%C3%BArbios-da-pele/hipersensibilidade-e-dist%C3%BArbios-inflamat%C3%B3rios-da-pele/s%C3%AAdndrome-de-stevens-johnson-ssj-e-necr%C3%B3lise-epid%C3%A9rmica-t%C3%B3xica-net> [25/5/2019].

• Cuf. Esclerose múltipla. Disponível em:

<https://www.saudecuf.pt/mais-saude/doencas-a-z/esclerose-multipla#gs.c1tw2z> [25/5/2019].

• Farmácias portuguesas. O que é a esclerose múltipla? Disponível em: <https://www.farmaciasportuguesas.pt/glossario-de-saude/o-que-e-a-esclerose-multipla.html> [25/5/2019].

• Wikipédia. Síndrome da Imunodeficiência adquirida. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%AAdndrome\\_da\\_imunodefici%C3%Aancia\\_adquirida](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%AAdndrome_da_imunodefici%C3%Aancia_adquirida) [26/5/2019].

• Tua Saúde. Saiba quais as doenças que a fototerapia pode tratar. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/fototerapia/> [26/5/2019].

• O globo sociedade. Cientistas criam molécula sintética que induz anticorpos contra a HIV. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/saude/cientistas-criam-molecula-sintetica-que-induz-anticorpos-contr-hiv-21066571> [26/5/2019].

• Cuf. O que é a ressonância magnética? Disponível em: <https://www.saudecuf.pt/mais-saude/artigo/o-que-e-a-ressonancia-magnetica#gs.ffb1r> [27/5/2019].

• Nota positiva. Manipulação genética. Disponível em:

[http://www.notapositiva.com/old/pt/trbestbs/ciencnatur/09\\_manipulacao\\_genetica\\_2\\_d.htm](http://www.notapositiva.com/old/pt/trbestbs/ciencnatur/09_manipulacao_genetica_2_d.htm) [28/5/2018].

EDIÇÃO ESPECIAL

Revista elaborada pelo Grupo 2  
NO. 1



BIOMAGAZINE.COM

## Índice

### MOMENTO ESTUDANTE

Póster sobre Conjuntivite	03
Síntese de um Debate	04



### BIOTECNOLOGIA

O que é a Biotecnologia?	05
A Eritoblastose fetal	6
A Hepatite autoimune	7 e 8
A SIDA	9 e 10

Edição Especial- BioMagazine



# MOMENTO ESTUDANTE

## SE NÃO LAVA AS MÃOS, OS OLHOS É QUE PAGAM!

Disciplina: Biologia.

Uma má higienização das mãos pode causar a infecção ou inflamação de algumas partes do nosso corpo. Um exemplo disso são os olhos, que, em contacto com as mãos (quando estas não são bem lavadas ou desinfetadas) os podem contaminar. A condição mais comum é a **conjuntivite**, encontrada primeiramente na Índia em 1953 na forma de adenovirus e é estimada que atinja 6 milhões de pessoas anualmente nos EUA.

### O que é a conjuntivite?

A membrana fina que reveste a córnea (de seu nome conjuntiva) e a protege de corpos estranhos, por vezes pode ficar irritada ou inflamada devido a uma reação alérgica ou à ação de um vírus ou bactéria. Quando isto acontece, os vasos sanguíneos dos olhos alargam, provocando a vermelhidão dos mesmos, dificultando a realização de algumas atividades por parte do doente. Apesar de não ser uma doença grave e de não deixar sequelas, a conjuntivite pode ser dolorosa e desconfortável.



Fig. 2: Olho com acumulação de lágrimas e muco causada pela conjuntivite.

### Quais os tipos de conjuntivite? E quais as suas causas?

Consoante a origem podemos identificar três formas de conjuntivite:

- **Conjuntivite alérgica**: ocorre devido à exposição de alérgenos (ex. pólenes), pelos de animais, etc. Esta forma de conjuntivite não é contagiosa.

- **Conjuntivite infecciosa**: este tipo de conjuntivite pode ser dividida em bacteriana ou viral. Transmite-se através do contacto direto com pessoas com o problema, ou pela utilização de objetos infetados anteriormente.

- **Conjuntivite tóxica**: pode ocorrer devido a alguns medicamentos, à exposição ao fumo do tabaco ou alguns produtos de limpeza.



Fig. 1: Olho de um paciente com conjuntivite.

### Como tratar a conjuntivite?

Depende da causa, porém podem ser recomendados colírios, lágrimas, pomadas com antibiótico ou anti-inflamatório. Alguns cuidados devem ser tomadas por quem tem conjuntivite, tais como: Lavar regularmente as pálpebras para se manter livre de secreções. Lavar as mãos antes e depois de aplicar colírios ou pomadas. Aplicar compressas frias para diminuir o inchaço do olho.



Fig. 3: Aplicação de colírio num olho com conjuntivite.

### Como se manifesta a conjuntivite?

Os sintomas da conjuntivite são bastante variáveis e, por isso, o seu diagnóstico não é muito difícil.

Outros sintomas e lacrimações.

- Pálpebras inchadas
- Coceira e/ou ardência
- Secreções
- Intolerância à luz
- Sensação de areia nos olhos.

### A importância da higienização das mãos na prevenção da conjuntivite

Geralmente a conjuntivite é transmitida através das mãos ou de objetos que tenham estado em contacto com lágrimas ou secreções de alguém infetado. Nem sempre reparamos na quantidade de vezes que levamos as mãos aos olhos durante o dia, mas são numerosas, e, sendo em cima que a conjuntiva é muito sensível, este movimento repetitivo é prejudicial.

Assim sendo, uma das melhores maneiras de prevenir este problema é lavar bem as mãos sempre que localizados em algo que já tenha sido tocado por muitas pessoas.

### Sabia que...

A conjuntivite (conjuntiva - inflamação do órgão) bacteriana costuma provocar secreções mais espessas, amareladas e abundantes do que a conjuntivite viral (na qual as secreções são mais esbranquiçadas) ou alérgica (na qual as secreções são claras).



Bibliografia:

No âmbito da disciplina de Biologia do 12º ano, os alunos da turma do 12ºA da Escola Secundária

realizaram um trabalho de pesquisa sobre doenças infecciosas e escolheram o formato que pretendiam usar. Antes da realização deste trabalho os alunos realizaram uma atividade experimental na qual decidiam o que queriam testar mas no contexto da formação de colónias de bactérias, fungos, etc.

A "Ilha 2" desta turma teve a ideia de estudar a higienização das mãos e observar quais os métodos de higienização mais comuns. Após a realização da experiência construíram um póster informativo sobre a conjuntivite uma vez que estava relacionada com o tema da sua experiência. A ideia era alertar as pessoas para o facto da má higienização das mãos estarem diretamente relacionadas com o aparecimento da conjuntivite". Na imagem ao lado apresentamos o resultado final do póster construído pelos alunos.

# MOMENTO ESTUDANTE



"Com o auxílio da biotecnologia ir-se-á conseguir encontrar novos caminhos para os problemas, que de momento parecem ser impossíveis de ultrapassar. Por exemplo, os temas das vacinas e dos antibióticos continuam a ser bastante discutidos: As vacinas são um pilar fulcral da saúde pública, salvando inúmeras vidas e prolongando muitas outras. A biotecnologia pode ajudar-nos a criar mais e melhores vacinas para nos protegermos de doenças potencialmente perigosas.

Esta "moda" de não vacinar as crianças já causou, por todo o mundo, novos surtos de doenças (Ex.: Sarampo) que podiam ter sido efetivamente evitadas com o recurso às vacinas.

Nos antibióticos, o seu uso em excesso (quer para a saúde humana como para a animal), tornou algumas bactérias resistentes aos medicamentos, tornando-os inúteis."

"Outro assunto bastante mencionado foi o dos Organismos Geneticamente Modificados. Estes, podem ajudar inúmeras pessoas no mundo (particularmente nos países em desenvolvimento), dando-lhes a possibilidade de cultivar plantas onde antes seria impossível, providenciando uma melhor nutrição a partir do mesmo alimento. O uso desta técnica podia vir a acabar com a fome no mundo, o que é um facto interessante.

Na questão do cancro mencionaram o uso da imunoterapia, uma técnica menos agressiva que a quimioterapia, e que tem sido bastante utilizada no seu tratamento. O facto de já se ter criado esta terapia dá-nos esperança para que a biotecnologia possa eventualmente criar muitas mais e ainda melhores, ou até mesmo descobrir uma cura para o cancro.

Em suma, a nossa resposta à questão inicial "Biotecnologia: Sim ou não?", é sim, mesmo após considerarmos outras vertentes de pensamento. Todos os avanços que a biotecnologia tem mostrado têm sido ótimos no tratamento e prevenção de algumas doenças demonstrando a sua eficácia. É de facto algo em que se deve investir, uma vez que, representa o futuro da humanidade e da sua evolução. Vão sempre surgir novos tópicos controversos que metem em causa a ética e a moral humana, mas tudo isto tem lugar na evolução."



# A Biotecnologia

**"Biotecnologia significa qualquer tecnologia que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica."**

A biotecnologia tem tido um contributo decisivo na área da saúde. Assume-se como um ramo da biologia onde se encontra a genética, a estatística, a química orgânica e inorgânica, um pouco de engenharia, entre muitos outros.

Esta área estuda a mudança genética de seres vivos, utilizando seres modificados (ou não) para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica utilizando técnicas como troca de genes e recombinação genética na busca do fortalecimento de organismos para sobreviver a pragas e vírus, criação de novos medicamentos e uma maior produção de alimentos.

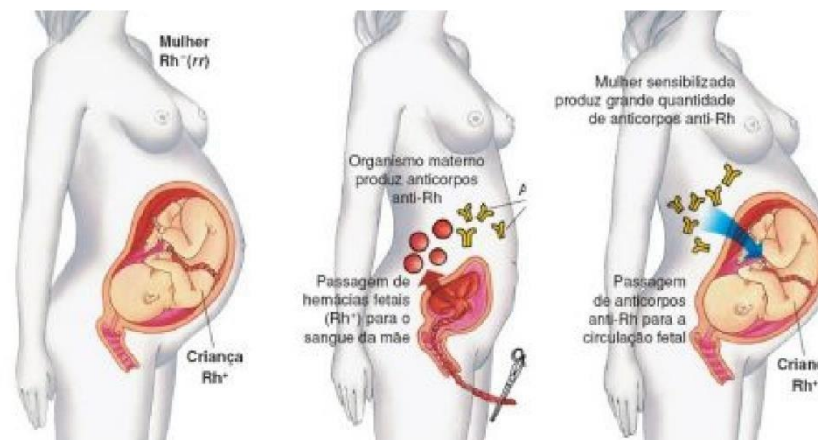
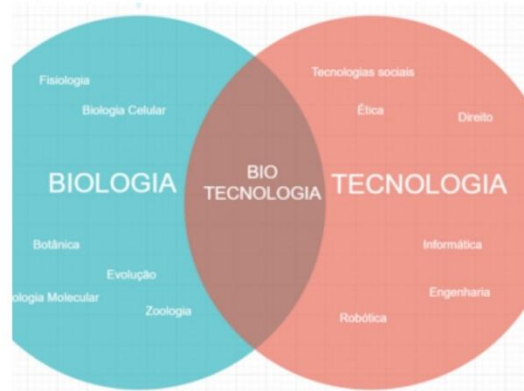
A biotecnologia está dividida e caracterizada por um código de cores:

Biotecnologia **vermelha** (relacionada com questões médicas.); Biotecnologia **azul** ou **marinha** (usada para descrever algumas aplicações da biotecnologia nos meios aquáticos); Biotecnologia **verde** ou **agrícola** (relacionada, tal como o nome indica, aos processos agrícolas); Biotecnologia **branca** ou **industrial** (biotecnologia aplicada a processos industriais como, por exemplo, a concepção de um organismo para posterior produção de um químico); **Bioinformática** (relacionada com a resolução de problemas biológicos recorrendo a técnicas computacionais); Biotecnologia **laranja** ou **educacional** (tem como objetivo propagar a formação nesta área).

Na imagem que se apresenta à esquerda, é-nos possível perceber como e de que forma a biologia e a tecnologia se complementam. É necessário que as características de ambas as áreas se reúnam para que, assim, funcionem como um todo.

Para esta edição especial da BioMagazine decidimos focar-nos no tema dos desequilíbrios imunológicos e destacar uma doença de hipersensibilidade, uma imunodeficiência e uma doença autoimune, de forma a perceber o papel da biotecnologia no seu tratamento, prevenção e deteção.

Os testemunhos de pacientes com algum desequilíbrio imunológico foram também importantes neste artigo, uma vez que nos permitiram analisar com maior alcance os temas em questão.



Em que consiste a Eritoblastose fetal?

**“O corpo materno interpreta a presença do sangue do filho como um invasor, um mal a ser eliminado”.**

Renato Chaim, Brasil  
(São paulo)

Para que a doença seja desencadeada, uma mãe que seja Rh-, com um parceiro que seja Rh+, e que já tenha gestado uma criança Rh+, engravida novamente de um segundo filho Rh+.

Após a primeira gestação (de um bebé Rh+), a mãe terá estado em contacto com o sangue do feto (devido a trocas na placenta ou rutura de capilares durante o parto) e produzido anticorpos anti-Rh, adquirindo memória imunitária.

Durante a segunda gravidez (da criança Rh+), anticorpos anti-Rh presentes no sangue da mãe viajam através da placenta até à corrente sanguínea do feto e ligam-se aos antígenos RhD das hemácias provocando a sua destruição por hemólise.

## Como pode a biotecnologia prevenir, detetar e resolver este desequilíbrio?

Os avanços na biotecnologia poderão ajudar as mães que são vulneráveis a desenvolver esta doença nos seus filhos, com a melhoria dos diagnósticos intrauterinos (como a determinação do tipo sanguíneo do feto) que é, hoje em dia, contra-indicado, pois podem permitir a troca de quantidades perigosas de sangue entre o feto e a mãe (entre outras complicações).

A biotecnologia também poderá proporcionar vias mais seguras para realizar transfusões intrauterinas.

## Como é feito o diagnóstico?

A doença pode ser diagnosticada durante o acompanhamento médico pré-natal. A partir da história clínica da paciente, somada ao exame físico e exames complementares, e com a ajuda do teste de Coombs indireto e da ultra-sonografia, o médico consegue identificar a doença. O teste de Coombs indireto é uma pesquisa de anticorpos anti-Rh no sangue materno. Se o resultado for positivo, indica que a mãe tem os anticorpos, e que, por isso, tem grandes chances de desenvolver a doença nessa gestação se o feto for Rh positivo.

## Qual o tratamento?

Recorre-se à transfusão sanguínea fetal intra-uterina e/ou extra-uterina no recém-nascido. Cada um desses métodos tem sua indicação clínica específica e pode ou não interromper a gestação.





Passemos então ao exemplo das doenças autoimunes. A doença que mais nos suscitou interesse foi a Hepatite autoimune. Teremos também o testemunho de um paciente que sofre desta doença e que nos forneceu alguns dos documentos e informações sobre como lida com este problema.

### Hepatite autoimune?

É uma doença autoimune causada por um distúrbio no sistema imunológico, que passa a reconhecer as células do fígado (hepatócitos – células que sintetizam proteínas) como estranhas, provocando uma inflamação crônica e destruindo progressivamente as mesmas. É uma doença rara, cuja causa ainda não é conhecida. Acredita-se que seja necessária uma interação entre predisposição genética e fatores ambientais, como uma infecção por vírus, para que se inicie.

Na maior parte dos casos diagnosticados a doença pode causar uma cirrose e eventualmente nas suas complicações:

- Cirrose biliar primária;
- Colangite esclerosante primária;
- Colangite autoimune.

Estas outras têm origens imunológicas, pelas suas manifestações e pela resposta insatisfatória à corticoterapia (uso de cortisona no tratamento de doenças causadas pelo sistema imunitário).

## COMO SE MANIFESTA A HEPATITE AUTOIMUNE?

### Sintomas



- Fadiga;
- Mal estar;
- Perda de energia;
- Dores articulares;
- Náuseas;
- Dor abdominal;
- Icterícia (pele e mucosas amareladas (principalmente na esclera ocular - parte branca dos olhos));

### Diagnóstico



Para diagnosticar esta doença é necessário a realização de exames ao sangue para a avaliação da função hepática e para a pesquisa de anticorpos específicos. Normalmente, também se aconselha a realização de uma biópsia ao fígado.

### Tratamento



Não existe uma cura para a hepatite autoimune, mas existe um tratamento eficaz para controlar os

efeitos da doença e impedir o seu avanço (cirrose ou formas mais graves nos casos agudos). O tratamento consiste no uso de prednisona, sozinha ou em associação com a azatioprina, que ajudam na normalização do fígado. Os riscos da corticoterapia (uso de corticosteróides, como a prednisona) não são claros mas o uso excessivo da medicação, a longo prazo, pode resultar em complicações.

		VAL. REF.
<b>BIOQUÍMICA</b>		
<b>Bilirrubina Total e Conjugada</b>		
<small>Análise: Soro</small>		
Bilirrubina total	1,54 mg/dL	< 1,20
	26,3 µmol/L	< 20,5
Bilirrubina conjugada	0,91 mg/dL	<= 0,30
	15,6 µmol/L	<= 5,1
<b>Aspartato-aminotransferase (AST/GOT)</b>		
<small>Mét.: Colorimetria (IFCC com ac. PSP)   Análise: Soro</small>		
	112 UI/L	< 34
<b>Alanina-aminotransferase (ALT/GPT)</b>		
<small>Mét.: Colorimetria (IFCC com ac. PSP)   Análise: Soro</small>		
	396 UI/L	< 49
<b>Fosfatase alcalina</b>		
<small>Mét.: Colorimetria cinética   Análise: Soro</small>		
	400 UI/L	46 - 116
<b>Gama-glutamil transferase (GGT)</b>		
<small>Mét.: Colorimetria cinética   Análise: Soro</small>		
	1272 UI/L	< 73
<b>IMUNOLOGIA</b>		
<b>Imunoglobulina G (IgG)</b>		
<small>Mét.: Nefelometria   Análise: Soro</small>		
	2367 mg/dL	650 - 1600

## O DIA-A-DIA DE ALGUÉM COM HEPATITE AUTOIMUNE

Idade: 18 anos;  
Doença: Hepatite autoimune;

Na imagem acima estão os resultados das análises de ainda no estado inicial da doença e quando iniciou o tratamento.

### O testemunho do paciente

"Os sintomas que se faziam sentir com maior intensidade eram as dores insuportáveis perto do fígado. O cansaço também me afetava bastante e os meus olhos ficavam ligeiramente amarelos. Ao fim de algum tempo, os médicos decidiram que seria melhor realizar uma biópsia para avaliar o estado do meu fígado e para provar que eu, realmente, era portador da hepatite autoimune. Após a realização da biópsia, comecei a tomar a medicação (prednisona e azatioprina). Desde então os meus resultados têm vindo a normalizar mas, devido a ser um processo lento, ainda não se encontram completamente normais. Como o meu fígado ainda não está completamente curado, o meu médico proibiu-me de consumir álcool em excesso (e certos medicamentos). Espera-se que daqui a alguns meses já esteja tudo normalizado."



# HIV-SIDA

BY BIOMAGAZINE

A imunodeficiência que a BioMagazine decidiu abordar foi (a que todos conhecem) a SIDA.

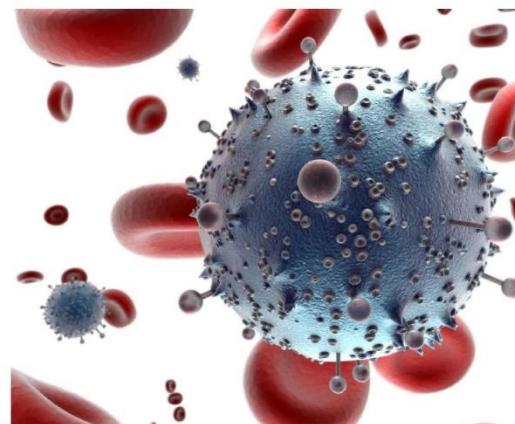
Achamos que seria um bom exemplo uma vez que, o facto de ser uma doença muito conhecida, acabem por não querer falar sobre por acharem que já se sabe tudo acerca desta. Passemos então à sua explicação.

A palavra SIDA é formada pelas primeiras letras de um quadro clínico resultante da infeção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana, do qual se conhecem dois tipos, o VIH 1 e o VIH 2. A este quadro clínico chamamos Síndrome da Imunodeficiência Adquirida.

Trata-se de uma doença que se transmite pelo sangue e pelo contacto sexual, pelo que qualquer pessoa pode ser infetada. Em Portugal, a forma de transmissão mais frequente é a heterossexual, que corresponde a cerca de 61% dos casos. A população toxicodependente, inicialmente muito afetada por esta infeção devido à partilha de agulhas infetadas, tem vindo a decrescer, correspondendo em Portugal a cerca de 9,6% do total de casos de SIDA.

O VIH invade as células do sangue que têm como função a defesa do organismo contra outras infeções e alguns tumores.

Ainda na fase inicial da doença o organismo consegue repor as células destruídas e, por isso, durante muitos anos, a doença não se manifesta. Mas, quando esta capacidade acaba, as defesas deixam de funcionar e ocorrem infeções graves por bactérias, fungos ou parasitas e até tumores, e são estas infeções e tumores que na maioria causam a morte e não a infeção do vírus da SIDA em si.



## O TESTEMUNHO DE UM PORTADOR DE SIDA

Tendo em conta que não conseguimos falar com ninguém portador desta doença, encontramos o testemunho de uma mulher. Ana, de 39 anos, é seropositiva há 8 anos. A seguir apresentamos o seu testemunho.

"Usar preservativo tem agora outro significado. Já não é usar para evitar apanhar alguma doença. É uma obrigação, uma responsabilidade, o desejo de não infectar o meu companheiro. Sou seropositiva há oito anos. Até agora, não tive sintomas da doença, mas sei que há um fantasma adormecido dentro de mim. Tenho uma vida ótima, um filho fantástico e um parceiro que me adora. Conte-lhe a verdade desde o início. Se não me amasse, teria fugido. Mas ficou comigo. Muito mudou desde que soube que estava infectada. Passei de um estado de profunda tristeza e desespero para uma visão cheia de esperança e optimismo. Claro que isto não é possível num estalar de dedos. É um caminho interior. O que não nos mata tornamos mais fortes, sem dúvida. Toda a minha família sabe da minha situação e dá-me imenso apoio, é preciso ter suporte emocional. Não sei bem como contrai o vírus...

Penso que foi com um namorado com quem deixei de usar proteção, em quem confiei demasiado. Mas não guardo ressentimentos contra ele. Eu também estava lá, não é verdade? As mulheres seropositivas podem levar a vida para a frente tal como as outras, ter sonhos, viver muitos anos, serem felizes, aspirarem a ser mães, tudo. Os avanços da medicina estão a aumentar a esperança de vida dos infectados com VIH. O importante é estarem informadas e cumprirem a medicação à risca."

Esta última frase do seu discurso é bastante importante. A medicina, a cada ano que passa, avança sempre mais e um dia mais tarde vai aparecer uma cura.

## COMO SE MANIFESTA ESTE VÍRUS?

### Sintomas



- Febres Persistentes;
- Erupções cutâneas;
- Perda de peso
- Diarreia;
- Suores Noturnos;
- Pneumonia;
- Gânglios linfáticos inchados;
- neuropatia periférica, que também ocorre em pessoas com diabetes.
- Porfíria cutânea tardia.

### Diagnóstico



O diagnóstico é simples e baseia-se na análise da saliva ou sangue onde

se podem encontrar anticorpos contra o VIH. Nas primeiras semanas após a infeção esses testes são ainda negativos, tendo vindo a ser desenvolvidas maneiras que tornem este diagnóstico mais rápido. Os testes laboratoriais são importantes na seleção dos melhores medicamentos para tratar a SIDA.

### Tratamento



Ainda não existe uma cura para a SIDA. Trata-se de um vírus com grande capacidade

de se multiplicar e que sofre imensas mutações. Estas, tornam difícil o tratamento porque tornam o vírus resistente aos medicamentos. Ainda assim, o número de medicamentos disponíveis para o controlo deste vírus é bastante significativo ajudando os doentes a manter uma boa qualidade de vida. E também importante que o vírus seja sempre detetado atempadamente.



### Fontes utilizadas:

#### Momento estudante:

- Testemunhos e materiais fornecidos por alunos.

#### Biotecnologia:

- <http://omundodabiotecnologia.blogspot.com/2016/08/o-que-e-biotecnologia-e-para-que-serve.html> [19/05/2019].
- <https://pt.wikipedia.org/wiki/Biotecnologia> [19/05/2019].
- <https://www.significados.com.br/biotecnologia/> [19/05/2019].
- [http://www.cienciaviva.pt/img/upload/Biotecnologia\\_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20do%20sector%202013.pdf](http://www.cienciaviva.pt/img/upload/Biotecnologia_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20do%20sector%202013.pdf) [19/05/2019].

#### Eritroblastose Fetal:

- Eritroblastose Fetal. Wikipedia. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Eritroblastose\\_fetal](https://pt.wikipedia.org/wiki/Eritroblastose_fetal) [19/05/2019].
- Eritroblastose Fetal. Infoescola. <https://www.infoescola.com/doencas/eritroblastose-fetal/> [19/05/2019].
- Eritroblastose Fetal. Mnuais MSD. <https://www.msmanuals.com/pt-pt/profissional/ginecologia-e-obstetr%C3%ADcia/anormalidades-na-gesta%C3%A7%C3%A3o/eritroblastose-fetal> [22/05/2019].
- Eritroblastose Fetal. Gestação bebé. <https://www.gestacaobebe.com.br/eritroblastose-fetal-o-que-e-como-ocorre/> [22/05/2019].
- Eritroblastose Fetal. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/309781502\\_ERITROBLASTOSE\\_FETAL\\_diagnostico\\_e\\_aspectos\\_imunologicos](https://www.researchgate.net/publication/309781502_ERITROBLASTOSE_FETAL_diagnostico_e_aspectos_imunologicos) [22/05/2019].

#### Hepatite autoimune:

- Testemunho real de um paciente.

#### SIDA:

- SIDA. CUF. <https://www.saudecuf.pt/mais-saude/doencas-a-z/sida-virus-da-imunodeficiencia-humana#gs.enw9s6> [22/05/2019].
- SIDA. Cruz Rja. <http://www.cruzroja.es/principal/pt/web/provincial-lugo/atencion-prevencion-vih-sida> [22/05/2019].
- SIDA. Os sintomas mais comuns da SIDA. [22/05/2019]. <https://aprenderumacoisanovapordia.blogs.sapo.pt/os-16-sintomas-mais-comuns-do-vihsida-65188> [22/05/2019].



*Edição  
semanal*

## Anexo 7 – Notícias utilizadas no debate em *role play*.



VACINAS

## Risco de infecção por sarampo pode aumentar 50% até 2050

Com os actuais programas de vacinação, a percentagem de indivíduos em risco de contrair sarampo deverá aumentar mais de 50% entre 2018 e 2050. Nos países mais afectados, nem medidas excepcionais como a proibição de entrada na escola sem vacinas vão conseguir evitar surtos da doença.

Andrea Cunha Freitas · 17 de Maio de 2019, 7:10

40 PARTILHAS



SAÚDE

## Quase quatro mil casos de sarampo na Europa no primeiro trimestre deste ano

A maioria dos casos portugueses diz respeito aos três surtos verificados no final do ano passado, que, entretanto, a Direcção-geral da Saúde já declarou como extintos.

Lusa · 11 de Maio de 2019, 10:50

35 PARTILHAS



PAÍS

## Os perigos do consumo excessivo de antibióticos

13.02.2019 21h05

O Infarmed relembra: os antibióticos não curam gripes nem constipações.

A cada quatro minutos é vendida uma caixa de antibiótico nas farmácias. Só no ano passado, os portugueses consumiram mais de oito milhões de antibióticos.

A OCDE estima que todos os anos vão morrer mais de 1600 pessoas, em Portugal, infetadas por bactérias que os antibióticos deixaram de conseguir combater.

PRÓXIMO VÍDEO

autoplay



Rangel diz que Costa anda nervoso e obcecado com candidato do PSD

SAÚDE E BEM-ESTAR

## Portugueses descobrem forma de combater bactérias sem antibióticos

15.02.2019 15h06

Equipa de investigadores da Universidade de Aveiro descobriu uma nova forma de combater bactérias mortais para o ser humano.

A nova técnica dispensa os antibióticos e usa apenas a luz, a chamada terapia fotodinâmica. Químicos e biólogos concluíram que é possível combater esta bactéria através da luz.

PRÓXIMO VÍDEO

autoplay



Dia Nacional e Europeu de Luta contra a Obesidade



## Cientistas inseriram genes humanos nos cérebros de macacos - e tornaram-nos mais inteligentes

SOCIEDADE | 20.04.2019 às 18h01



Uma equipa de investigadores melhorou as capacidades cognitivas de macacos ao implantar genes humanos no cérebro dos animais - uma experiência que parece saída da saga O Planeta dos Macacos e que está a dividir a comunidade científica

Um dos líderes desta investigação, Su Bing, do Instituto de Zoologia de Kunming, um dos 20 institutos biológicos da Academia Chinesa de Ciências, disse que a experiência tinha sido revista pelo conselho de ética da Universidade e que seguira as práticas científicas chinesas e as normas internacionais de direitos dos animais.

“A longo prazo, esta pesquisa vai oferecer informações valiosas para a análise da etiologia [parte da medicina que estuda as causas das doenças] e para o tratamento de doenças do cérebro humano, como o autismo, causadas pelo desenvolvimento anormal do cérebro”, disse o investigador à **CNN**. O cientista

## Pasta de dentes causa a morte de rapariga de 11 anos com alergia grave às proteínas do leite

SOCIEDADE | 24.04.2019 às 9h27



**PEDRO DIAS** O episódio, relatado pela mãe, Monique Altamirano, à *Allergic Living*, aconteceu no dia 4 de abril. Após uma consulta de medicina dentária, foi recomendada a Denise uma pasta dentífrica medicinal da marca MI Paste, como forma de combater as manchas que tinha nos dentes. A menina quis experimentá-la nessa mesma tarde e teve imediatamente um choque anafilático que acabou por se revelar fatal, sem que a mãe ou a irmã de 15 anos, presentes durante o episódio, pudessem fazer nada.

Denise era gravemente alérgica às proteínas do leite de vaca e a família sempre tomou as devidas precauções para com a sua condição, revela Altamiriano. Contudo, após anos a ler rótulos de pasta de dentes sem nunca encontrar vestígios de leite, Altamiriano pensou que esta, receita pelo dentista, não traria qualquer risco para a saúde da filha.

## Projetos de lei sobre OGM com oposição de PS, PSD e CDS/PP

PS, PSD e CDS/PP opuseram-se hoje no parlamento a propostas de Os Verdes e do PAN de tornar mais exigente a rotulagem para alimentos com organismos geneticamente modificados (OGM).

Os dois projetos de lei foram debatidos no plenário e, ainda que não tenham sido votados, socialistas, centristas e social-democratas disseram ser contra, argumentando nomeadamente que a saúde dos consumidores já está muito bem protegida. Atualmente é obrigatória a rotulagem de produtos que contenham mais de 0,9% de OGM, mas não para, por exemplo, peixe de aquacultura ou ovos, diz o partido ecologista Os Verde (PEV) no projeto de lei, acrescentando o Pessoas-Animais-Natureza (PAN) que também os alimentos confeccionados em restaurantes não têm essa informação.

Por isso o PEV propõe que todos os produtos com OGM, independentemente da percentagem devem ser rotulados, o mesmo acontecendo com produtos e subprodutos de origem animal.

O PAN, salientando que os direitos dos consumidores têm expressão constitucional, acrescenta que há uma falha de rotulagem sobre alimentos não pré-embalados e os fornecidos à restauração.

Lusa  
14 Fevereiro 2019 — 19:51

**TÓPICOS**  
• Economia

• Economia

118

## Não Perca



CULTURA  
Holanda ganhou a Eurovisão na noite em que Madonna disse a Israel e à Palestina:...



MUNDO  
**Bolsonaro alimenta rumores  
de renúncia ao partilhar texto  
a aliados**



**Emigrante filho da trolka, porque foi que voltaste?**



**DESPORTOS**  
**Vieira duplicou o prémio.**  
**Afinal quanto recebe cada**  
**campeão?**



MUNDO  
**Despedida por dar almoço a  
aluno que não tinha dinheiro**





ME-NU

16

Diário de Notícias

Marta Zegre

INÍCIO / SOCIEDADE

Imunoterapia de cura do

Em que tumores a imunoterapia defendem moderação

Claudia Pinto

10 Junho 2018 — 21:42

INÍCIO / VIDA E FUTURO

Prémio Nobel da Medicina vai para imunoterapia contra o cancro

James P. Allison e Tasuku Honjo viram reconhecido o trabalho na área da oncologia

Pedro Vilela Marques

01 Outubro 2018 — 10:35

Prémio 'FAZ Ciência 2019' atribuído a investigação em imunoterapia contra o cancro

Investigação sobre células do sistema imunitário e o seu papel na luta contra o cancro, no IMM, conquista 'Prémio FAZ Ciência 2019'. Um prémio atribuído pela Fundação AstraZeneca e a Sociedade Portuguesa de Oncologia.

TV Europa

tv.europa@tveuropa.pt

24 Abril 2019

13:01

PUB

URA

nda ganhou a Eurovisão

oite em que Madonna

e a Israel e à Palestina:...

NO

onaro alimenta rumores

gência ao partilhar texto

slava

203